

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ
БИБЛИОТЕКА



Д.З. БУНИМОВИЧ

Фотография



НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА

Д. З. БУНИМОВИЧ

ФОТОГРАФИЯ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

МОСКВА 1949 ЛЕНИНГРАД

К ЧИТАТЕЛЮ

Ваши отзывы и пожелания о книжках
«Научно-популярной библиотеки» про-
сим направлять по адресу: Москва, Ор-
ликов пер., д. 3, Гостехиздат.

Редактор *В. А. Мезенцев.*

Техн. редактор *С. Н. Ахламов.*

Подписано к печати 3/VIII 1949 г. Объем 3,5 печ. л. 3,12 уч.-изд. л. 35664 тип.
зн. в печ. л. Тираж 200 000 экз. А-09669. Цена 95 коп. Заказ № 1686.

3-я типография «Красный пролетарий» Главполиграфиздата при Совете
Министров СССР. Москва, Краснопролетарская, 16.



ВВЕДЕНИЕ

Среди научных открытий и изобретений конца XVIII и начала XIX века фотография занимает выдающееся место, как новый способ получения изображений.

Велико значение фотографии в нашей жизни.

Благодаря фотографии нам удалось сохранить точные образы великого Ленина и знаменитых русских писателей: Н. В. Гоголя, Т. Г. Шевченко, А. М. Горького. В фотографических работах первого русского фотографа С. Л. Левицкого сохранились прекрасные портреты И. С. Тургенева, Л. Н. Толстого, И. А. Гончарова, Н. А. Некрасова и других.

В исторических снимках первых военных фоторепортеров сохранены эпизоды героической севастопольской обороны 1855 года.

В фотографических снимках запечатлены выдающиеся события Великой Октябрьской социалистической революции.

Высоко ценили фотографию великие русские учёные Д. И. Менделеев, К. А. Тимирязев и многие другие. Они использовали её как помощника в своей научной деятельности.

В. И. Ленин подчёркивал большое значение фотографии как средства массовой агитации и пропаганды; он рекомендовал «показывать не только кино, но и интересные для пропаганды фотографии с соответственными подписями».

Среди наших читателей мы, вероятно, не встретим таких, которые никогда не видели фотоаппарата и не фотографировались. Фотография настолько глубоко вошла в нашу повседневную жизнь, что стала обычным для нас явлением.

Процесс получения фотографического снимка в наши дни настолько прост, что доступен школьнику в возрасте 12—14 лет.

Фотографией занимаются у нас люди самых различных профессий: зоологи, ботаники, геологи, археологи, историки, журналисты и другие.

В том или ином виде фотография применяется сейчас едва ли не во всех отраслях науки и техники.

Что же представляет собой фотография? Какова история этого замечательного изобретения? Как на практике получают фотографические снимки? Как фотография служит человеку? Обо всём этом мы и расскажем нашим читателям.

1. ЧТО ТАКОЕ ФОТОГРАФИЯ

1. ЗАРОЖДЕНИЕ ФОТОГРАФИИ

В основе фотографии лежат два явления. Первое из них заключается в том, что с помощью увеличительного стекла — л у п ы — можно получить на плоской поверхности, например на листе белой бумаги, световое изображение окружающих нас предметов. В основе второго явления лежит способность света оказывать на некоторые вещества такое воздействие, при котором изменяется состав вещества (такие вещества называются светочувствительными).

Не следует думать, что фотография была открыта внезапно. Изобретение фотографии является результатом труда многих деятелей науки на протяжении нескольких поколений.

Свойство увеличительного стекла — лупы — давать изображения предметов стало известно людям ещё в XVI веке. Так, в одной из книг, написанной ещё в 1570 году, описан способ получения изображения с помощью такого стекла: «Надлежит закрыть все окна так, чтобы

не оставалось ни одной щели, через которую мог бы проникнуть свет. Но в одной из ставней надо сделать круглое отверстие в мизинец диаметром и у отверстия поместить чечевицеобразное стекло. Если против стекла повесить бумагу или белое полотно, то все предметы, освещённые солнцем, какие находятся и движутся на улице, представятся на полотне, как антиподы (вверх ногами), и что с правой стороны, то налево... Увидишь и лица проходящих людей, платья, цвета, движения — всё как будто происходит вблизи. Зрелище так приятно, что нельзя надивиться».

Этот опыт может проделать каждый из наших читателей, вооружившись лупой и листом бумаги. Можно не закрывать ставен в комнате. Достаточно отойти вглубь комнаты, подальше от окна, и, взяв в одну руку лупу, а в другую лист бумаги, расположить их так, чтобы свет из окна падал сквозь лупу на бумагу. При определённом расстоянии между бумагой и лупой на бумаге появится достаточно хорошо видимое уменьшённое и перевёрнутое изображение окна и предметов, расположенных на подоконнике и за окном, на улице.

Этим свойством увеличительного стекла в первую очередь воспользовались художники. Получая с помощью лупы изображение на бумаге, они обводили очертания изображения карандашом и пользовались этими зарисовками для своих картин. Появился даже специальный прибор, так называемая *камера-обскура*, что означает — тёмная коробка. Это — ящик, в передней стенке которого укреплялась лупа, а в заднюю стенку вставлялась рамка с листом полупрозрачной бумаги.

Так как обводить перевёрнутое изображение было неудобно, камеру-обскуру в дальнейшем усовершенствовали. Внутрь ящика стали помещать плоское наклонное зеркало. Зеркало направляло лучи света, идущие от лупы, на крышку ящика и «перевёртывало» изображение (рис. 1).

Как мы увидим дальше, принцип устройства камеры-обскуры полностью сохранился до наших дней и используется в современных фотоаппаратах.

Таким образом способ получения светового (но только светового) изображения предметов был найден ещё в середине XVI века. Тогда же возникла мысль «поймать»

это изображение, запечатлеть его, не пользуясь карандашом или красками.

Необходимо было пропитать или покрыть бумагу таким веществом, которое изменялось бы под действием света. Тогда лучи света оставят на бумаге изображение предмета. Но такое вещество долго не удавалось найти.

Между тем многие происходящие в природе явления убеждали людей в том, что вещества, чувствительные к свету, существуют. Так, например, было замечено, что от

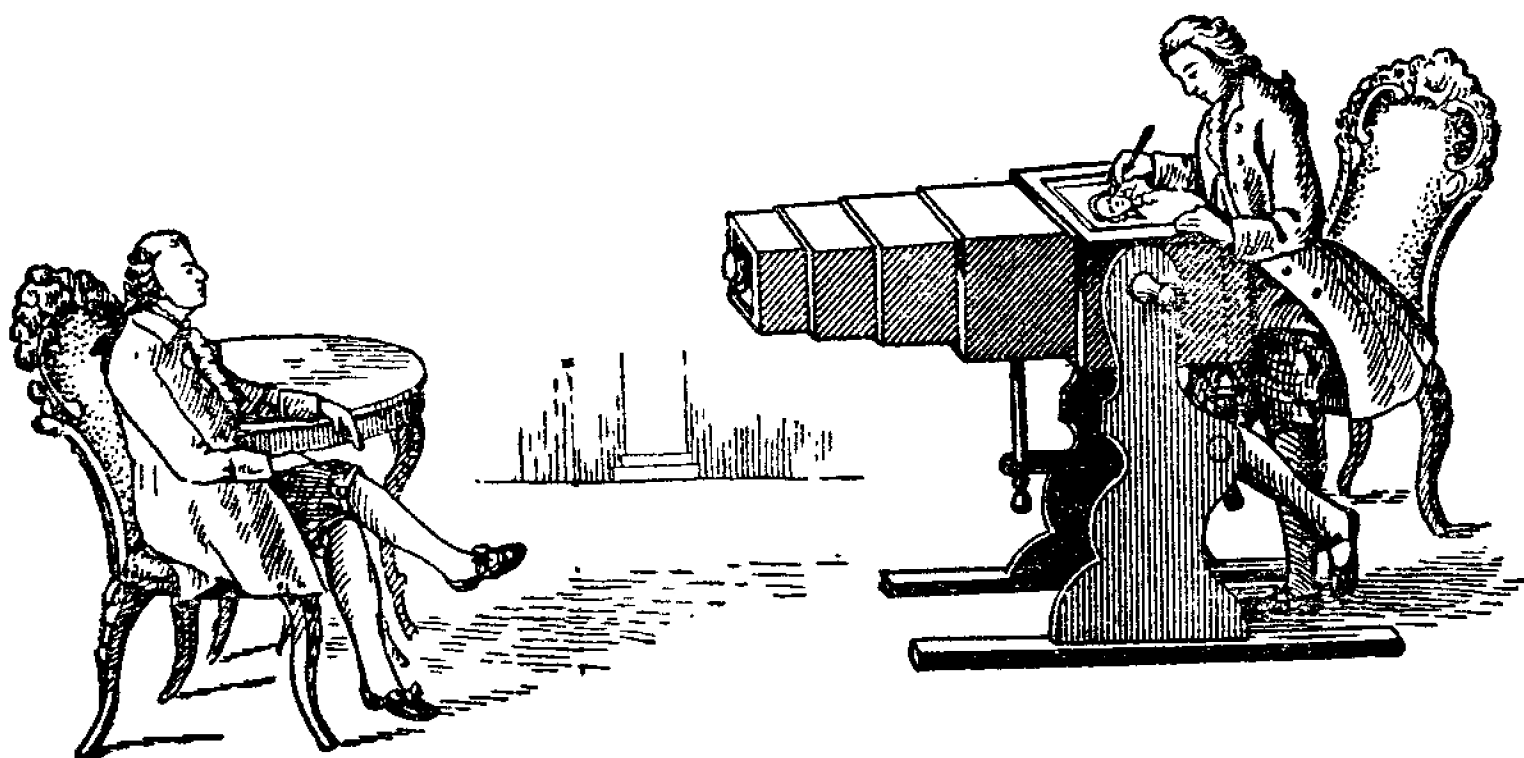


Рис. 1. Предок современного фотоаппарата — камера-обскура.

длительного действия света выцветают в комнате обои, «выгорают» ткани.

Наблюдая за подобными явлениями, учёные пытались использовать их для улавливания изображения, получавшегося в камере-обскуре. Было перепробовано множество самых различных веществ.

Уже в XVI веке для этой цели было применено химическое соединение — хлористое серебро, которое обладало свойством сравнительно быстро темнеть под действием света. Позднее такое же свойство было обнаружено и у других соединений серебра, например у иодистого и азотнокислого серебра. Этими веществами стали пропитывать бумагу, чтобы запечатлеть на ней изображение в камере-обскуре. Однако такие попытки не давали желаемых результатов. Бумага темнела сравнительно быстро только под прямыми лучами солнца, но для того, чтобы

получить хотя бы слабое изображение в камере-обскуре, требовалось много часов.

Так обстояло дело на протяжении почти трёх столетий. Лишь в начале XIX века было обнаружено, что кратковременное действие света на некоторые светочувствительные вещества может быть усилено последующей химической обработкой этих веществ. Иными словами, слабое, едва заметное и даже совсем незаметное изображение, которое образуется под действием света на бумаге или пластинке, покрытой светочувствительным веществом, можно усилить во много раз и сделать хорошо видимым с помощью других веществ. Это и было началом фотографии.

Так камера-обскура превратилась в ф о т о а п п а р а т, с помощью которого 110 лет назад были получены первые фотографические снимки.

В качестве светочувствительного вещества было применено иодистое серебро. Для получения этого вещества зеркально отполированные серебряные пластинки помещали в ящик, на дне которого в открытой чашке находился иод. Под действием паров иода на поверхности пластинки постепенно образовывался тонкий слой светочувствительного иодистого серебра.

Съёмка на таких пластинках продолжалась 3—4 минуты, после чего пластинку уже в темноте или при очень слабом освещении переносили в закрытый ящик и помещали над блюдцем со ртутью.

Здесь пластинку оставляли на несколько часов. Под действием паров ртути на тех участках пластинки, на которые действовал свет, образовывалась так называемая амальгама (раствор серебра в ртути) белого цвета. С остальной поверхности пластинки иодистое серебро удаляли, обнажая её зеркальную поверхность.

Полученный таким образом снимок был зеркально-отражённым, то-есть предметы, находившиеся справа, на снимке получались слева, и наоборот. Рассматривать его надо было под некоторым углом к свету: тогда серебряные места казались тёмными, а места, покрытые белой амальгамой, светлыми.

Так впервые были получены фотографические снимки. Качество их было невысоким, и стоили они очень дорого. Однако сходство с натурой было так велико, а способ

получения снимков так прост, что фотография с необычайной быстротой распространилась по всему миру.

Человек, который хотел получить свой портрет, должен был просидеть перед аппаратом под лучами солнца несколько минут. Чтобы снимающийся не сдвинулся с места, под голову его подставляли приспособление, напоминающее ухват! Чтобы усилить отражение солнечных лучей, лицо и руки посыпали белой пудрой.

В 1839 году первый русский фотограф С. Л. Левицкий сделал в Петербурге первые фотографические снимки. Им же впервые были изготовлены художественные снимки — виды Кавказа, за которые на Парижской выставке в 1851 году он получил медаль. Это была первая медаль, присуждённая за фотографические работы.

К пятидесятым годам прошлого столетия фотографированием занимались уже тысячи людей. Многие из них занялись усовершенствованием фотографического способа, и уже спустя десять лет иодосеребряные пластинки вышли из употребления. Появились стеклянные фотопластинки, покрытые тонким слоем светочувствительного вещества. При приготовлении таких пластинок их обливали жидким коллодием *, содержащим иод, давали коллодию застыть, а затем погружали пластинку в раствор азотно-кислого серебра, в котором коллодионный слой становился светочувствительным.

Для фотосъёмки на таких пластинках требовались уже не минуты, а секунды. Но съёмку надо было производить на сырых, ещё не высохших пластинках, так как после высыхания слой терял свою светочувствительность. По этой причине пластинки нельзя было заготавливать впрок; их приходилось готовить непосредственно перед съёмкой.

Изображение на таких пластинках получалось невидимым, скрытым и проявлялось, то-есть становилось видимым, только после погружения пластинки в специальный раствор, называемый п р о я в и т е л е м. Этот раствор содержал галловую кислоту. Проявленное изображение нужно было закрепить, или, как говорят, з а ф и к с и р о-

* Коллодий — прозрачная вязкая жидкость — представляет собой тщательно очищенный и особым образом обработанный хлопок, растворённый в смеси спирта с эфиром. После обливания стеклянной пластинки коллодием спирт и эфир быстро улетучиваются и на стекле остаётся тонкая прозрачная плёнка.

в а т ь. Для этого пластинки погружались в раствор бромистого калия (ф и к с а ж н ы й р а с т в о р). Вскоре бромистый калий был заменён другим химическим веществом — гипосульфитом, который применяется в фиксажных растворах и сейчас. Особенность этого способа, названного мокрым коллодионным способом,



Рис. 2. Негатив.



Рис. 3. Позитив.

заклучалась в том, что изображение на пластинке получалось обратным натуре: тёмные предметы получались светлыми (точнее — прозрачными), а светлые — тёмными. Такое изображение называется н е г а т и в о м (рис. 2).

Для получения изображения, соответствующего действительности, под негатив подкладывали лист бумаги, покрытый, как и пластинка, светочувствительным слоем коллодия. Свет, проходя через прозрачные места негатива, освещал бумагу, и после проявления эти участки бумаги темнели. Места бумаги, расположенные под тёмными участками негатива, освещались слабо либо совсем не освещались и после проявления слегка темнели или оставались совсем белыми. Таким образом тёмные и светлые участки негатива на бумаге как бы меняли свои места. Изображение получалось правильным, или, как его называют, п о з и т и в н ы м (рис. 3).

Мокрый коллодионный способ совершил подлинную революцию в фотографии. Качество снимков значительно

улучшилось. Правая и левая стороны изображения были уже правильно расположены. Появилась возможность просто и неограниченно размножать фотографические снимки. Стоимость снимков значительно снизилась, и фотография стала более доступным занятием. Появились первые фотолюбители; число их быстро росло.



Рис. 4. Фотограф-турист середины прошлого столетия.

Взгляните на рисунок 4. На нём изображён фотограф-турист середины прошлого столетия. Не лёгок был труд первых фотоаппаратов. Чтобы сделать несколько снимков, приходилось брать с собой не только фотоаппарат, стеклянные пластинки, проявитель, закрепитель и другие принадлежности, но и складную тёмную палатку — фотолабораторию. Ведь пластинки надо было пригосветлять перед самой съёмкой, а делалось это в затемнённом помещении.

С тех пор прошло сто лет. За это время фотография значительно видоизменилась и усовершенствовалась, но принцип, положенный в основу мокрого коллодионного способа — разделение фотографии на два процесса: негативный и позитивный, сохранился до наших дней.

Не забыт и сам мокрый коллодионный способ. Он с успехом применяется по настоящее время в полиграфическом производстве (см. стр. 52), хотя во всех других областях применения фотографии он давно уже вышел из употребления.

Современные фотографические аппараты и светочувствительные фотопластинки и плёнки позволяют фотографировать не только днём, но и в ночные часы при свете небольших электрических ламп. Сейчас не составляет труда запечатлеть на фотоснимке быстро мчащийся автомобиль или летящий самолёт, спортсмена в момент его прыжка, полёт птиц и т. п.

Светочувствительные пластинки, плёнки и бумага готовятся теперь впрок и могут сохраняться годами. Фотоаппараты стали удобными и маленькими. Фотоаппарат и запас светочувствительных плёнок на 100 и больше снимков можно уложить в карман.

Посмотрим теперь, как устроены современные фотографические аппараты и как получаются фотографические снимки.

2. КАК УСТРОЕН ФОТОГРАФИЧЕСКИЙ АППАРАТ

Различных по устройству фотографических аппаратов очень много, но все они построены по одной схеме (рис. 5). Нетрудно заметить, что устройство современного фото-



Рис. 5. По этой простой схеме построены все существующие фотоаппараты.

аппарата в принципе ничем не отличается от устройства его предка — камеры-обскуры.

В простейшем виде любой фотоаппарат представляет собой замкнутый со всех сторон светонепроницаемый ящик. В передней стенке ящика укреплено увеличительное стекло — о б ъ е к т и в, — которое во время съёмки направляется на фотографируемый предмет (объектив современного фотоаппарата состоит из нескольких оптических стёкол — линз; собранные в общей оправе, они действуют подобно одному увеличительному стеклу).

Объектив образует на задней стенке ящика изображение предметов подобно тому, как это происходит в камере-

обскуре. Таким образом, если на внутренней задней стенке ящика укрепить светочувствительную фотопластинку, то даже с помощью такого простого аппарата можно при некоторых условиях произвести фотосъёмку и получить удовлетворительный снимок.

Объектив часто называют глазом фотоаппарата. Однако, если делать такое сравнение, правильнее назвать глазом сам фотоаппарат, а объектив сравнить с хрусталиком глаза.

В самом деле, подобно тому, как хрусталик нашего глаза «рисует» изображение предметов на сетчатой оболочке глаза, объектив фотоаппарата «рисует» изображение на пластинке или плёнке*.

Для получения резкого изображения предметов на снимке необходимо, чтобы пластинка (или плёнка) находилась на определённом расстоянии от объектива. Расстояние это изменяется в зависимости от того, на каком расстоянии от объектива находится фотографируемый предмет. Поэтому в каждом фотоаппарате имеется устройство, позволяющее изменять расстояние между объективом и пластинкой.

У одних аппаратов для этой цели стенки делаются в виде растягивающегося меха, напоминающего мех гармоники, — только обычно конической формы (рис. 6). У других аппаратов объектив укрепляется в выдвигающейся оправе (см. рис. 11).

Как же это расстояние определяется на практике? На рисунке 6 приведён один из современных любительских фотоаппаратов. У этого аппарата для определения расстояния между объективом и пластинкой имеется рамка с матовым стеклом, которая вдвигается в пазы, устроенные в задней стенке корпуса аппарата. На матовом стекле можно видеть изображение фотографируемых предметов. Наблюдая за этим изображением и передвигая объектив, можно легко отыскать такое положение объектива, при котором изображение на матовом стекле будет максимально резким. Это называется «наводкой на резкость».

* О том, как устроен и работает глаз, см. брошюру в серии «Научно-популярная библиотека» Гостехиздата, проф. Н. А. Вальс «Как видит глаз».

Рамка с матовым стеклом имеется лишь у фотоаппаратов, предназначенных для съёмки на пластинках.

Но большинство современных фотоаппаратов предназначено для съёмки на плёнках. В таких аппаратах матового стекла нет. Наводка на резкость достигается здесь с помощью шкалы расстояний, на которой обозначены расстояния от фотоаппарата до предмета (обычно в

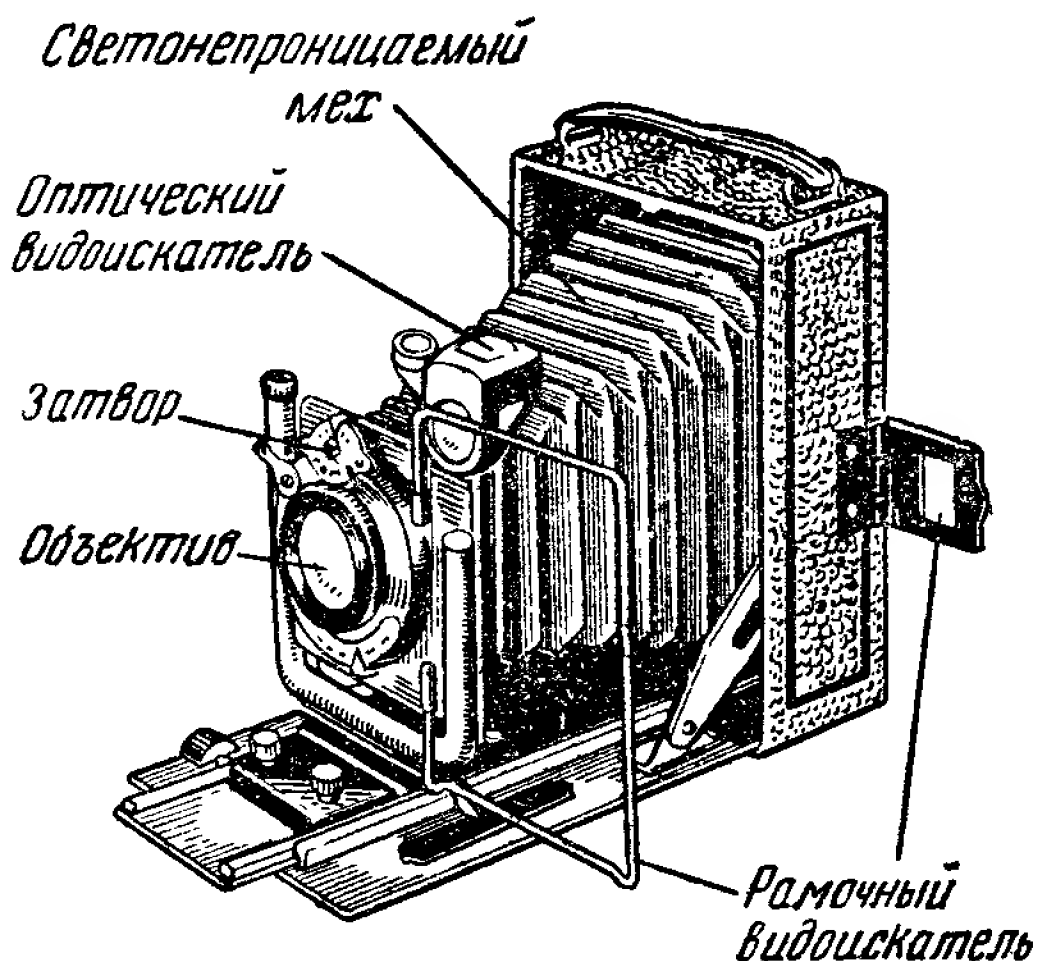


Рис. 6. Советский любительский фотоаппарат «Фотокор».

метрах). В зависимости от того, на каком расстоянии находится в каждом случае снимаемый предмет, объектив устанавливают на соответствующее деление шкалы. Но точно определить расстояние на глаз нелегко. Поэтому многие современные плёночные фотоаппараты снабжаются специальными д а л ь н о м е р а м и, соединёнными с объективом. С помощью дальномеров наводка на резкость достигается почти автоматически.

Резкость изображения предметов, находящихся ближе и дальше того предмета, по которому производилась наводка на резкость, увеличивается при уменьшении отверстия объектива. Для этого внутри объектива помещается д и а ф р а г м а — приспособление, позволяющее уменьшать диаметр отверстия объектива.

Важной характеристикой объектива является его светосила. От неё зависит яркость светового изображения, получающегося на пластинке или плёнке, а от этого в свою очередь зависит и время, необходимое для фотосъёмки (выдержка). Чем больше светосила объектива, тем короче может быть выдержка. Объективами, обладающими высокой светосилой, можно фотографировать при слабом освещении, в сумерках или при свете небольшой электрической лампочки.

От чего же зависит светосила? Всем нам хорошо известно, что чем больше окно, тем светлее в комнате. С другой стороны, каждый знает, что чем дальше от окна находится предмет, тем слабее он освещён. Объектив в фотоаппарате представляет собой не что иное, как круглое окно, а пластинка (или плёнка) — предмет, который освещается светом, проходящим через это окно. Следовательно, светосила объектива зависит, во-первых, от диаметра его линз, а во-вторых, от того расстояния, на котором во время съёмки находится пластинка (это расстояние называется фокусным расстоянием).

Чем больше диаметр линз объектива и чем меньше его фокусное расстояние, тем ярче освещается пластинка, тем больше светосила объектива.

Высокая светочувствительность современных фотопластинок и плёнок и большая светосила фотографических объективов позволяют делать фотосъёмку за ничтожные доли секунды, фотографировать с малой выдержкой (фотосъёмку с очень малой выдержкой называют также моментальной фотосъёмкой).

Съёмка с выдержкой в $\frac{1}{50}$ или $\frac{1}{100}$ долю секунды — явление сейчас совершенно обычное. А нередко приходится снимать и с выдержками в $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{500}$ и даже в $\frac{1}{1000}$ долю секунды! Открыть объектив фотоаппарата на такие короткие промежутки времени без специального механизма невозможно.

Поэтому для получения таких коротких выдержек почти все современные фотоаппараты снабжены затворами. Они представляют собой довольно сложные, точно действующие механизмы, с помощью которых можно регулировать скорость выдержки в пределах от целых секунд до тысячных долей секунды. Существуют различ-

ные затворы. В одних механизм приводит в действие тонкие металлические створки, расположенные внутри объектива, между линзами. При нажатии на специальный спусковой рычажок эти створки быстро расходятся в стороны и открывают объектив, а затем так же быстро сходятся. Такие затворы называются **центральными**.

В других затворах вместо створок применяется светонепроницаемая шторка (обычно из чёрного прорезиненного шёлка) со щелью. Шторка расположена перед самой пластинкой или плёнкой. В момент съёмки шторка быстро пробегает перед пластинкой; при этом продолжительность выдержки регулируется шириной щели и скоростью движения шторки. Такие затворы называются **шторно-щелевыми**.

Наконец, в каждом фотоаппарате есть приспособление, с помощью которого аппарат можно точно направить на снимаемый объект. Это приспособление называется **видоискателем**. Простейший из них состоит из двух рамок: большой и маленькой (см. рис. 6). Большая рамка обычно расположена рядом с объективом, а маленькая сбоку, почти у задней стенки аппарата. Размеры этих рамок и расстояние между ними рассчитаны так, что если смотреть одним глазом со стороны задней (малой) рамки так, чтобы стороны обеих рамок совместились, то сквозь рамки будут видны те предметы, которые получатся на снимке.

Существуют также оптические видоискатели, в которых предметы видны уменьшёнными.

Вот те основные механизмы, без которых сейчас не обходится ни один фотоаппарат.

Нам не хватило бы места в этой книжке, чтобы дать хотя бы самое краткое описание всех существующих в настоящее время фотоаппаратов. Их слишком много. Если даже исключить из числа современных фотоаппаратов аппараты, имеющие специальное назначение (микросъёмка, аэрофотосъёмка и т. д.), то и среди обычных, наиболее распространённых фотоаппаратов можно насчитать сотни различных моделей, отличающихся по своему виду и по размерам.

Огромные фотоаппараты применяются в цинкографиях при изготовлении клише для полиграфической печати

(об изготовлении клише подробно рассказывается дальше, стр. 52). Некоторые из этих аппаратов так велики, что

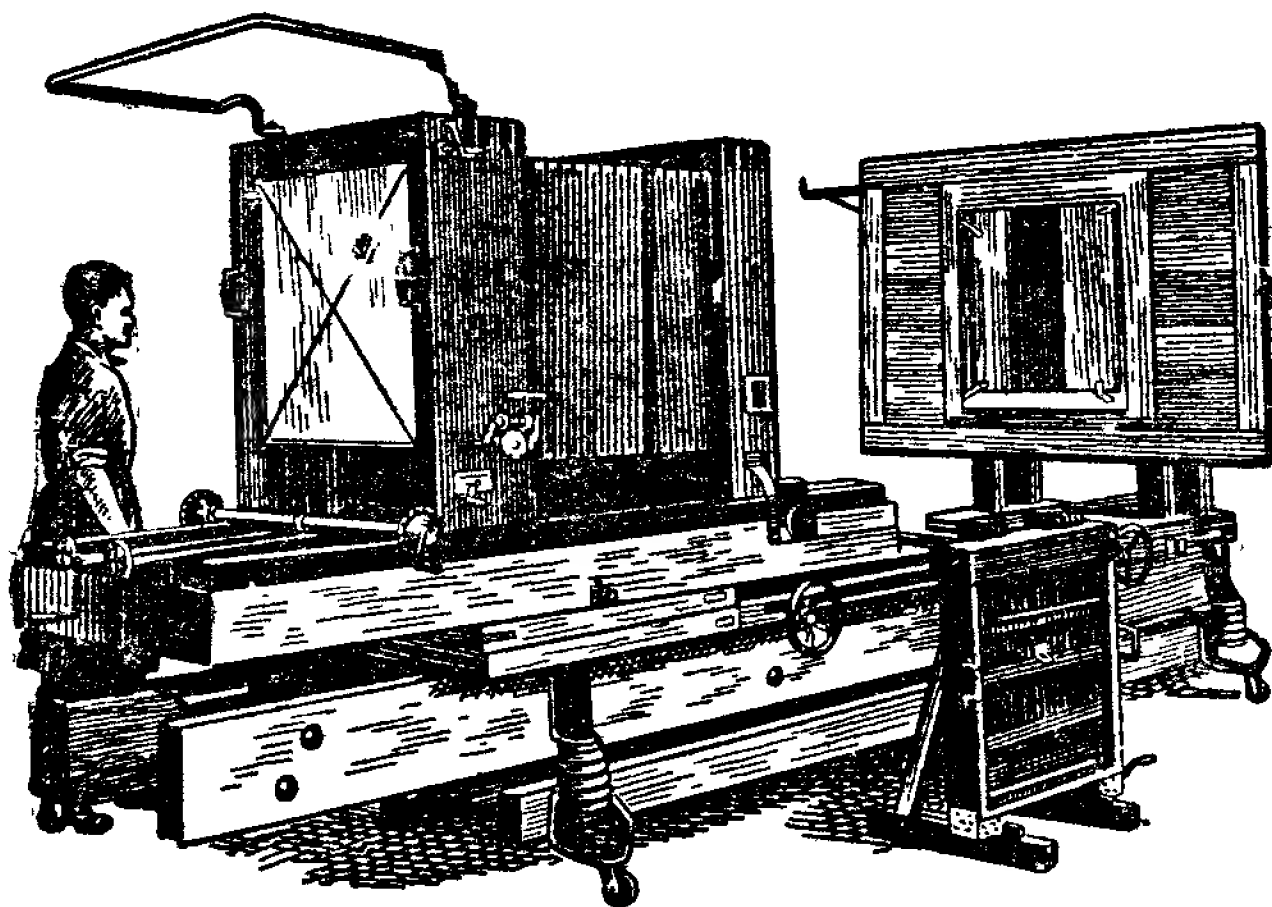


Рис. 7. В цинкографиях применяются огромные фотоаппараты.

в них может свободно усесться взрослый человек. Один из таких аппаратов показан на рисунке 7.

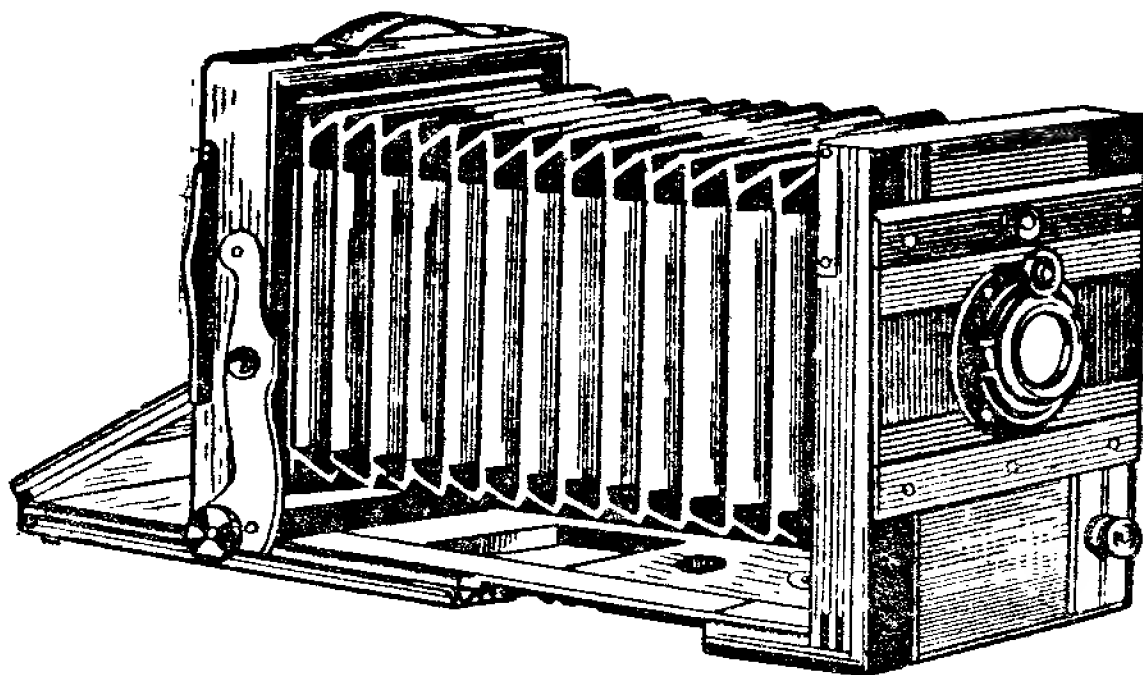


Рис. 8. Фотоаппарат для портретной съёмки.

Сравнительно большими и несложными по своему устройству аппаратами пользуются в портретных фотографиях (рис. 8). Но большинство выпускаемых сейчас советской промышленностью фотоаппаратов пред-

назначается для фотокорреспондентов и фотолюбителей. Эти аппараты имеют небольшие размеры, обычно делаются складными и оснащены всевозможными приспособлениями, механизмирующими работу аппарата.

На рисунке 9 показан фотоаппарат «Москва». Этот аппарат предназначен для съёмки на плёнке и даёт снимки размером 6×9 сантиметров. Плёнка для этого

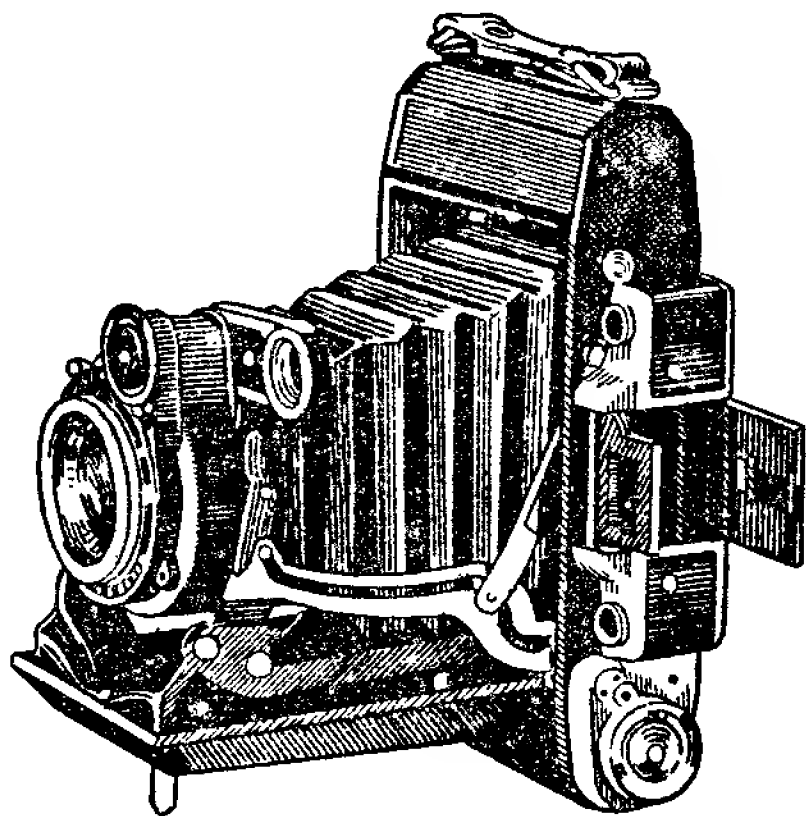


Рис. 9. Плёночный фотоаппарат «Москва».

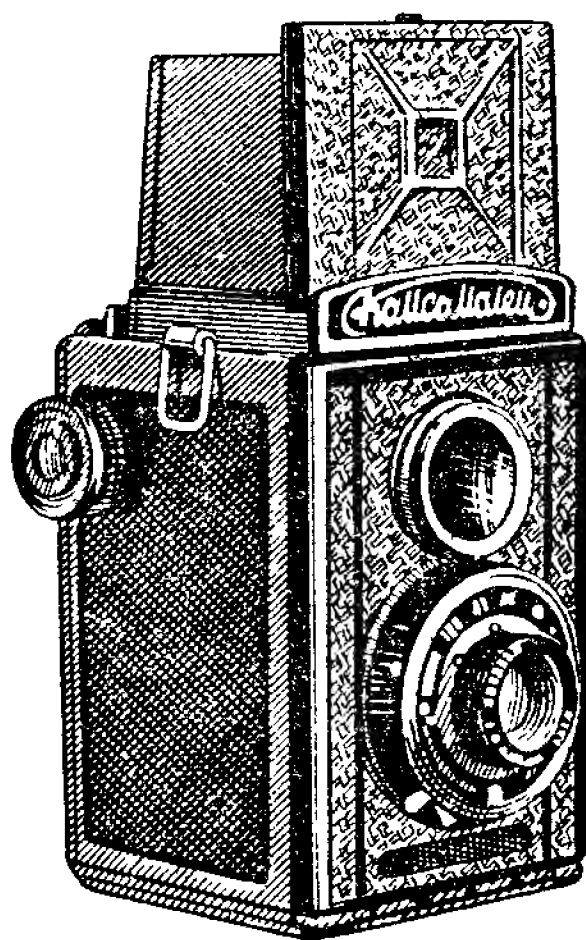


Рис. 10. Плёночный фотоаппарат «Комсомолец».

аппарата выпускается в виде ленты, намотанной на катушку. На каждой ленте умещается 8 снимков. Эти плёнки защищены от света чёрной бумажной полоской, и их можно закладывать в фотоаппарат на свету. Когда вся плёнка использована, её можно вынуть из аппарата и заменить другой также на свету.

Для начинающих фотолюбителей выпускается фотоаппарат «Комсомолец» (рис. 10). Он имеет форму ящика и также рассчитан на плёнку, но снимки в нём получаются форматом 6×6 сантиметров, и на одной ленте их умещается не 8, а 12.

На рисунке 11 показан один из наиболее совершенных советских фотоаппаратов «ФЭД». Он выпускается заводом им. Ф. Э. Дзержинского. Этот аппарат легко

умещается на ладони и свободно может быть спрятан в карман. Вместе с запасом плёнки на 36 снимков он весит всего 550 граммов.

Другой советский аппарат «Киев», выпущенный в 1948 году (рис. 12), так же невелик и лёгок, как «ФЭД».

Снимки, получаемые в этих двух аппаратах, имеют размеры всего навсего $2,4 \times 3,6$ сантиметра. Однако они

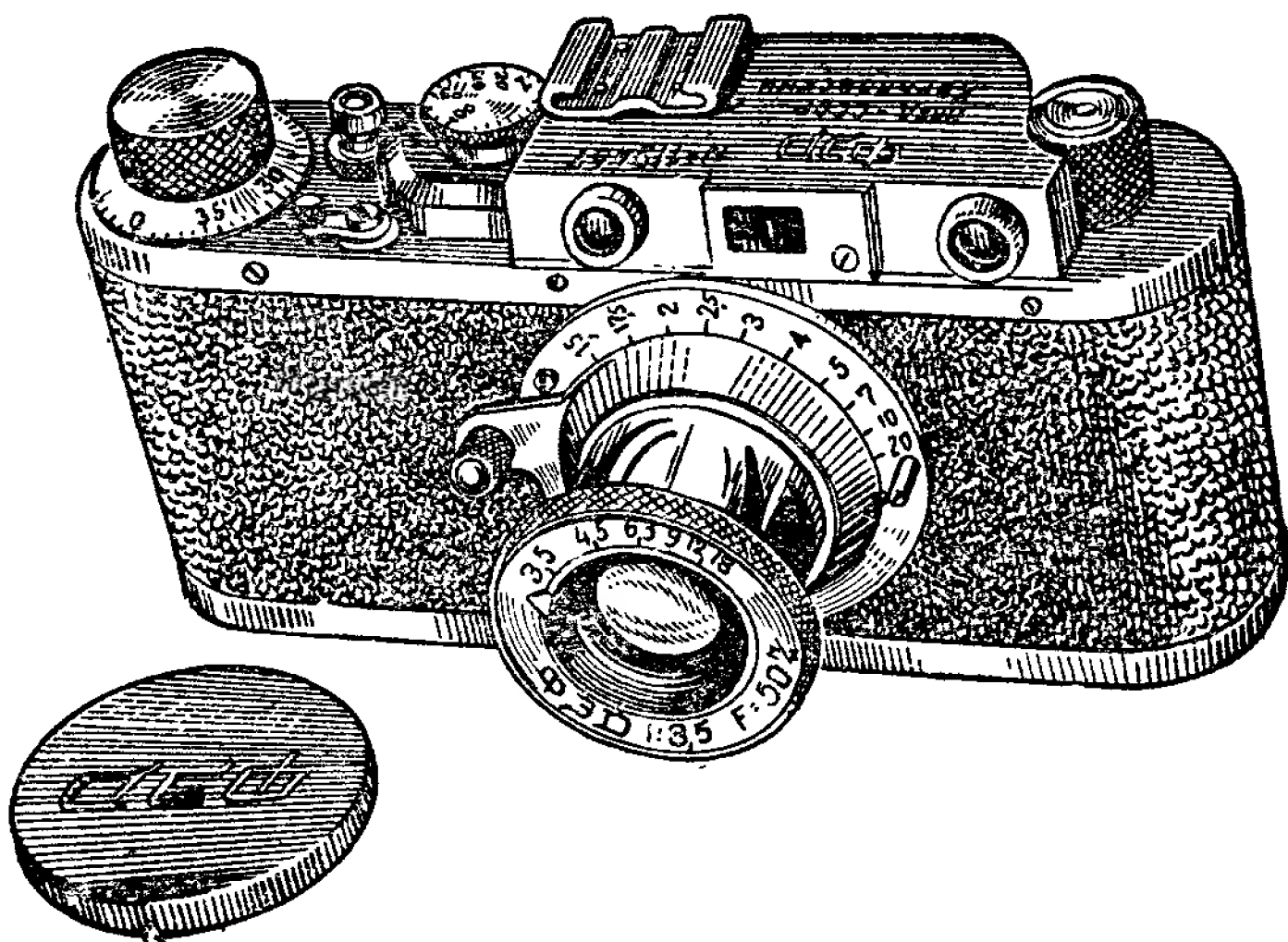


Рис. 11. Фотоаппарат «ФЭД».

настолько резки, что их можно увеличивать по площади в десятки раз без чувствительной потери резкости.

Как «ФЭД», так и «Киев» рассчитаны для съёмки на киноплёнке. В аппарат помещается отрезок плёнки длиной в 1,6 метра, свёрнутый в рулон. Плёнка занимает места не больше, чем катушка ниток, между тем на ней можно сделать 36 снимков.

Несмотря на малые размеры, аппараты «ФЭД» и «Киев» изготовлены с большой точностью и снабжены всеми новейшими приспособлениями. Так например, затвор фотоаппарата «ФЭД» работает со скоростью до $\frac{1}{500}$ секунды, а у аппарата «Киев» — до $\frac{1}{1250}$ доли секунды!

Фотографический аппарат — это основной прибор, применяемый в фотографии. От его качества и точности его работы в значительной мере зависит и качество фотографических снимков и возможность производить фотосъёмку в самых различных условиях.

Главной частью фотоаппарата является его объектив. Подобно тому, как художник, пользуясь красками или

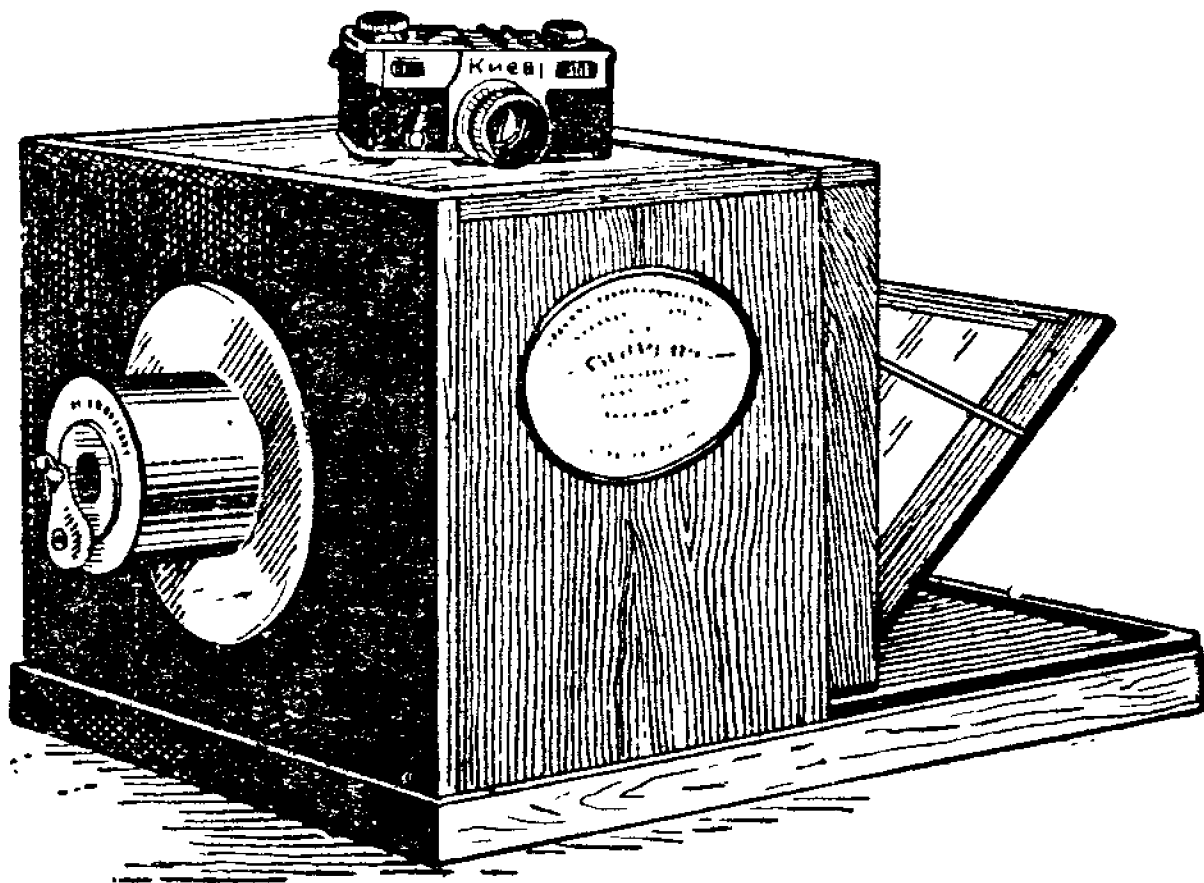


Рис. 12. Прадед и «правнук». Фотоаппарат 1839 года и современный фотоаппарат «Киев».

карандашом, изображает на полотне или на бумаге картины, объектив «рисует» на задней стенке фотоаппарата изображение предметов с помощью лучей света.

Как же возникает световое изображение в фотоаппарате? Чтобы понять это, необходимо сначала ознакомиться с некоторыми свойствами света.

3. СВОЙСТВА СВЕТА

Когда в комнате зажигают лампу, свет её освещает всю комнату. Значит, свет распространяется от лампы во все стороны. Хорошо известно также, что лучи света распространяются прямолинейно. Когда лучи солнца пробиваются мощными потоками сквозь просветы в облаках или узкой полосой проникают сквозь щель в

ставне, можно наблюдать, как строго прямолинейно они идут.

Но всегда ли лучи света распространяются прямолинейно? Нет, не всегда. Свет распространяется прямолинейно только в однородной прозрачной среде, например, в воздухе, и только тогда, когда на его пути нет никаких препятствий.

Если же на пути света встречаются непрозрачные предметы, лучи изменяют свой путь, они отражаются от поверхности предмета и идут прямолинейно по новому направлению. При каждой встрече лучей с поверхностью того или иного тела свет частично поглощается веществом тела. Поэтому отражённые лучи света всегда слабее падающих. В зависимости от степени поглощения и отражения света окружающими нас предметами последние кажутся нам более или менее яркими. Лучше всего отражают свет полированные, зеркальные поверхности. Хорошо отражают свет белые поверхности. Хуже всего отражают свет чёрные матовые поверхности. Так, например, только что выпавший снег отражает 80 процентов падающего на него света, а чёрный бархат всего лишь 0,4 процента.

Когда параллельные лучи света падают на хорошо отполированную плоскую поверхность (например, зеркало), то все они отражаются в одну и ту же сторону и продолжают идти в одном и том же новом направлении (рис. 13). Такое отражение называется **правильным**, или **зеркальным** отражением. Но зеркально-гладкие поверхности в природе встречаются очень редко. У подавляющего большинства окружающих нас предметов поверхность шероховатая. Даже хорошо отполированная блестящая металлическая пластинка оказывается совсем не гладкой, если посмотреть на неё в микроскоп.

Падая на шероховатую поверхность, лучи света отражаются от неё во всех направлениях.

Взгляните на рисунок 14. Слева показан участок хорошо отполированной поверхности в сильно увеличенном виде. В действительности этот участок поверхности не больше самой маленькой точки, которую способен видеть наш глаз. На эту поверхность падает тончайший пучок параллельных лучей света, который показан тоже в сильно увеличенном виде.

Встретившись с разными точками поверхности под разными углами, лучи света отражаются от этих точек также под разными углами, и, отразившись, расходятся в разные стороны, или, как говорят, *р а с с е и в а ю т е я*.

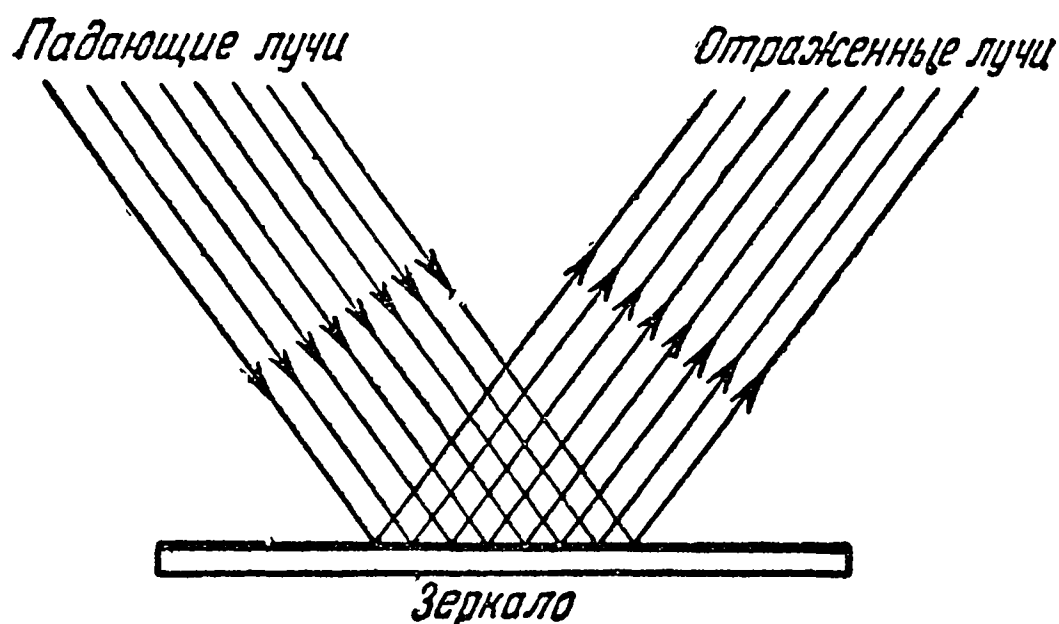


Рис. 13. Правильное, зеркальное отражение света.

Именно такое отражение и происходит почти всегда в природе. Называется оно *н е п р а в и л ь н ы м* или *р а с с е я н н ы м* отражением.

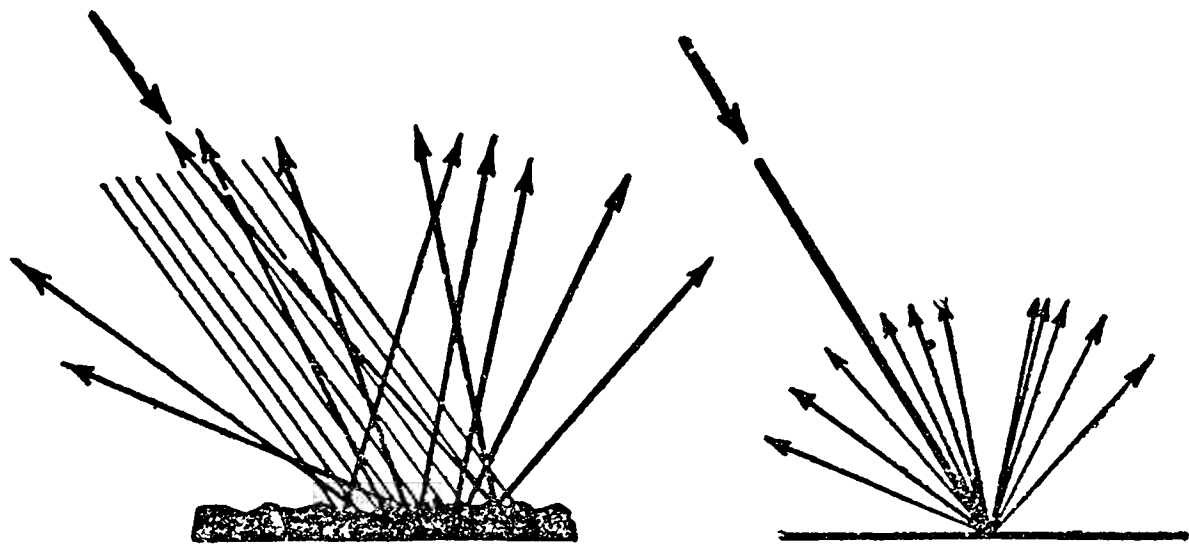


Рис. 14. Рассеянное отражение света.

Попытаемся теперь уменьшить наш рисунок до его истинных размеров, то-есть изобразить его в натуральную величину. Сделать это, конечно, не легко, так как в этом случае придётся изобразить всё так мелко, что мы едва сможем разобрать рисунок; поэтому изобразим его так мелко, как возможно (рис. 14 справа). Теперь пучок лучей света превратился на нашем рисунке в тонкую

линию, и падает он в одну точку поверхности, но отражённые этой точкой лучи расходятся в разные стороны. Именно так и происходит обычно отражение света в природе: лучи света, падая на поверхность любой точки предмета, отражаются от этой точки во все стороны.

Это явление играет весьма важную роль в нашей повседневной жизни. Оно позволяет видеть предметы не



Рис. 15. Ложечка, опущенная в стакан с водой, кажется изломанной.

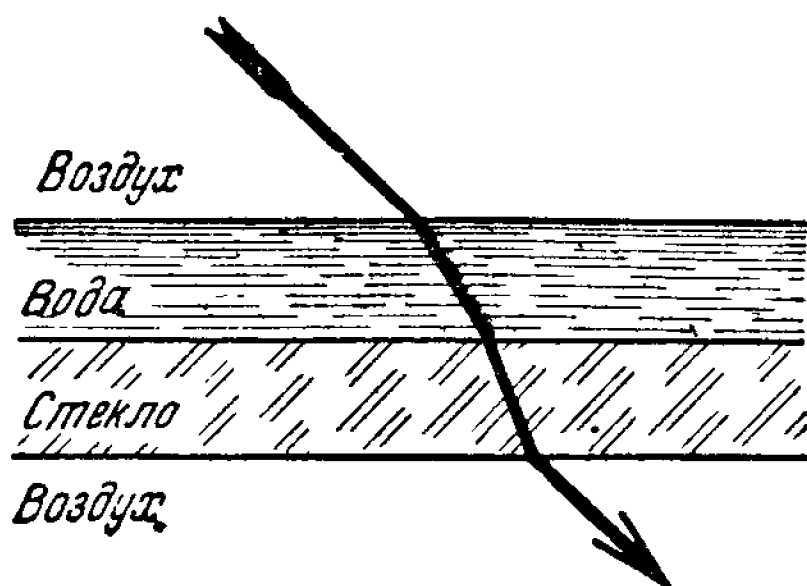
с одной какой-либо стороны, а с любой, так как где бы мы ни находились, всегда какая-то часть отражённых предметом лучей (если только они не заслоняются другими предметами) достигнет нашего глаза, а это условие является необходимым для зрительного восприятия предметов. Благодаря этому же явлению рассеянного отражения мы можем фотографировать предмет с любой стороны.

А что происходит с лучами света, когда они встречаются на своём пути какое-либо прозрачное, то есть пропускающее свет, тело, например стекло или воду? И в этом случае часть лучей света от-

ражается от поверхности тела. Но большая часть лучей проникает внутрь тела. Однако прямолинейный ход лучей света при этом нарушается. Лучи света как бы изламываются в точке соприкосновения с поверхностью тела и меняют направление. Такое явление называется **п р е л о м л е н и е м** света.

Взгляните на ложечку, опущенную в стакан с водой: ложечка покажется вам изломанной у поверхности воды (рис. 15). Это следствие преломления света. Лучи,

отражённые той частью ложечки, которая находится над водой, достигают нашего глаза, пройдя только через слой воздуха. А лучи, идущие от поверхности ложечки, погружённой в воду, прежде чем попасть в наш глаз, пройдут сначала через слой воды, затем через стекло и, наконец, через слой воздуха. При этом они три раза изменяют своё направление, отчего ложечка и кажется изломанной. На рисунке 16 показано, какой примерно путь совершит луч света, пройдя через три разные прозрачные среды: воздух, воду и стекло.



Установлено, что различные прозрачные среды преломляют лучи света неодинаково. Стекло, например, преломляет свет сильнее, чем вода, алмаз — сильнее, чем стекло.

Рис. 16. Так преломляется луч света при прохождении через воздух, воду и стекло.

В свою очередь различные по своему составу стёкла также по-разному преломляют лучи света.

Кроме того, лучи света преломляются тем сильнее, чем больше угол, под которым они падают на преломляющую поверхность. Не преломляются и не меняют своего прямолинейного направления только те лучи, которые падают на преломляющую поверхность под прямым углом.

Таковы основные свойства света. Зная эти свойства, нам нетрудно понять, как в фотоаппарате возникает световое изображение предметов.

4. КАК ОБРАЗУЕТСЯ В ФОТОАППАРАТЕ СВЕТОВОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ

Увеличительное стекло называют также **собира-
тельной линзой** *. По форме она очень похожа на зерно чечевицы, а слово «линза» и значит «чечевица».

* Подробнее об увеличительном стекле см. брошюру В. С. Сухорукых «Микроскоп и телескоп», «Научно-популярная библиотека» Гостехиздата.

Обе стороны такой линзы имеют сферические, то-есть шаровые поверхности.

Если на такую линзу направить пучок лучей из какой-либо точки, то отдельные лучи, падая на поверхность линзы, встретятся с этой поверхностью под разными углами (рис. 17). Луч, проходящий через центр линзы, падает под прямым углом и поэтому проходит через линзу не преломляясь. Все остальные лучи падают на поверхность линзы под другими углами и, проходя через стекло, преломляются. Чем дальше от центра линзы па-

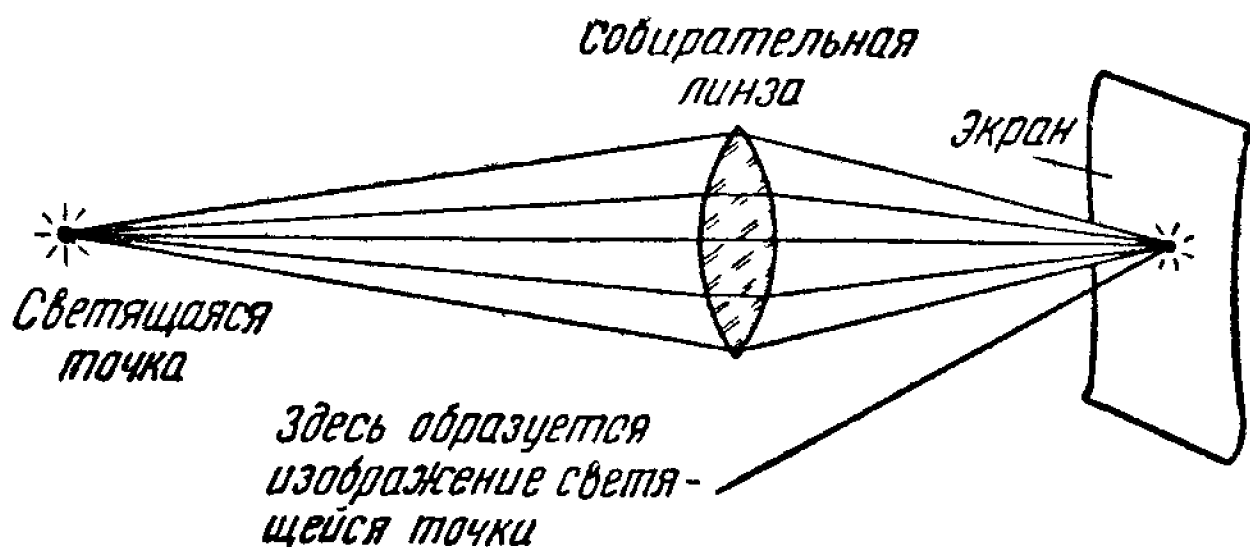


Рис. 17. Так преломляются лучи света собирающей линзой.

дает луч, тем сильнее он преломляется. Вследствие этого, пройдя сквозь линзу, лучи света собираются в одну точку (отсюда линза и получила название собирающей), а затем расходятся, рассеиваются. В том месте, где пересекаются лучи, образуется изображение точки, из которой на линзу падают лучи.

Всё это можно проверить на опыте. Приложите вплотную к собирающей линзе лист белой бумаги, а затем, обратив линзу в сторону солнечных лучей, начните медленно отдалять бумагу от линзы. Сначала на листе бумаги вы увидите освещённый круг, по величине примерно равный линзе. Но чем дальше будет бумага от линзы, тем меньше и ярче будет становиться световой кружок (рис. 18). Из этого нетрудно заключить, что солнечные лучи, пройдя сквозь линзу, образуют по другую сторону линзы сходящийся в виде конуса пучок лучей. В том месте, где образуется наименьший по размеру кружок, лучи пересекаются, а затем начинают снова расходиться.

Это также можно проверить, продолжая отодвигать бумагу от линзы.

Яркий маленький кружок, образующийся за линзой, есть не что иное, как изображение Солнца.

Точно так же собирательная линза даёт изображение любого предмета на бумаге или каком-либо другом экране. Из каждой точки светящегося или освещённого предмета к линзе идут лучи света. В лин-

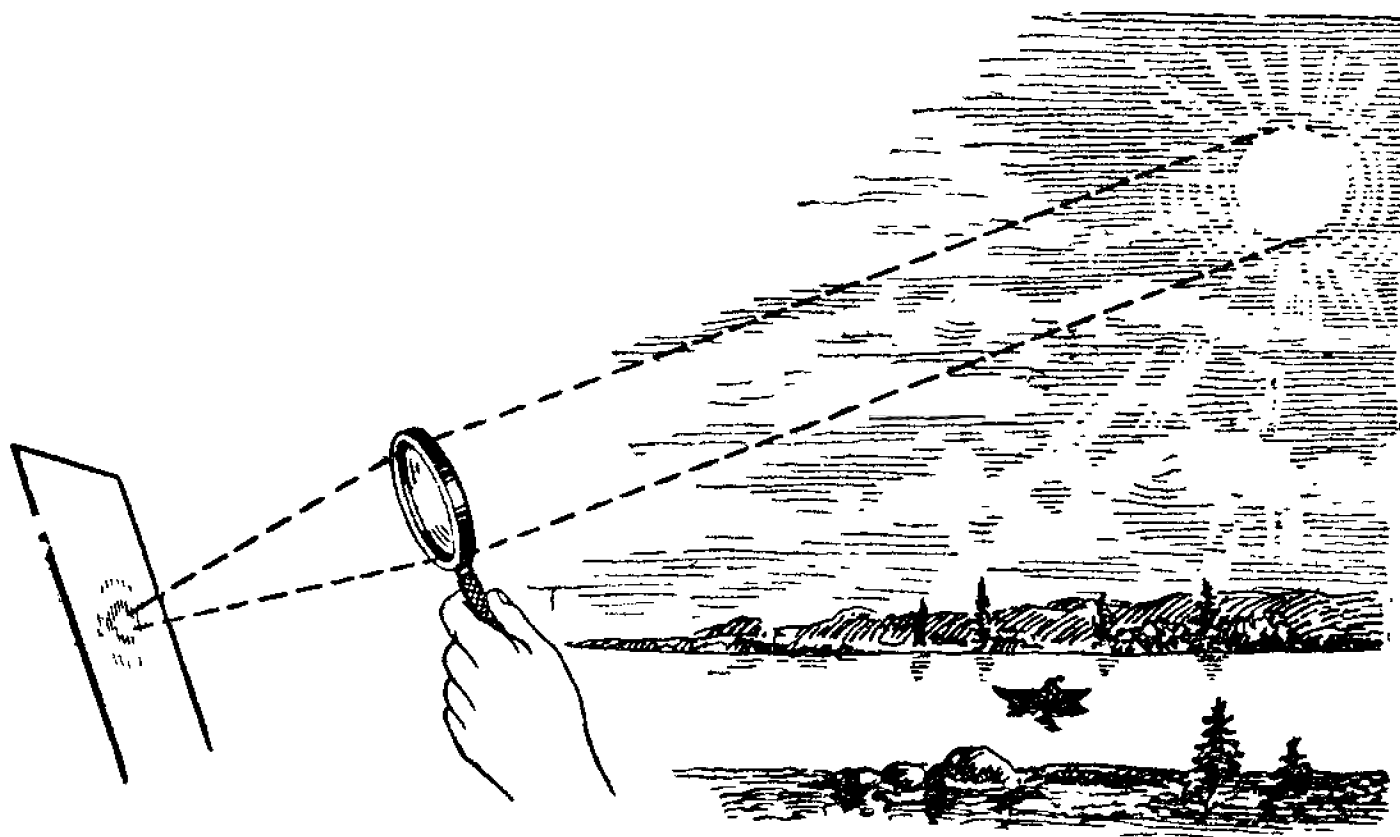


Рис. 18. Пройдя сквозь линзу, лучи солнечного света образуют позади линзы сходящийся пучок лучей.

зе они преломляются и образуют на экране изображения соответствующих точек предмета. В результате каждая точка предмета будет изображена на экране также точкой, более или менее яркой. Такие «точечные» изображения и составят на экране изображение всего предмета.

Чтобы показать это на рисунке, нет необходимости изображать все лучи, исходящие из каждой точки предмета, да мы и не могли бы это сделать: ведь таких лучей бесчисленное множество. Вполне достаточно найти изображение только крайних точек предмета, например самой верхней и самой нижней. Изображения же всех остальных точек расположатся на экране между изображениями крайних.

На рисунке 19 схематически показано, как образуется изображение предмета. Показаны две крайние точки предмета — верхняя и нижняя, лучи, идущие из этих точек, и изображения этих точек на экране. Изображения всех остальных точек располагаются между двумя

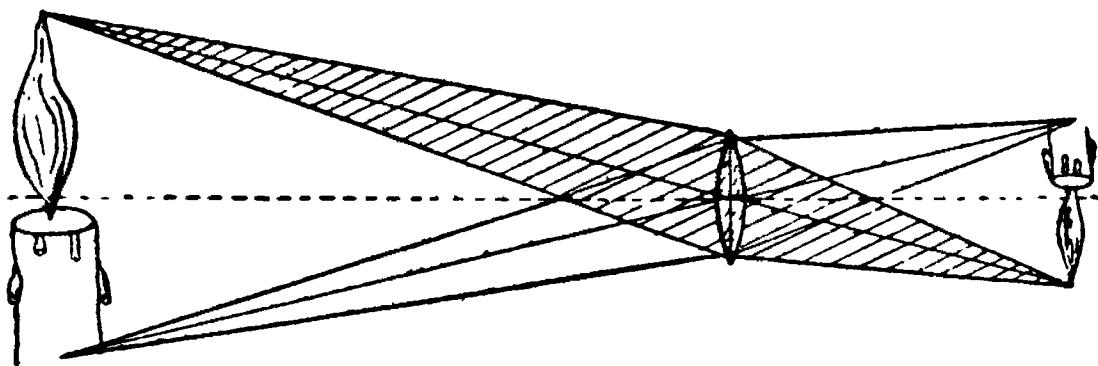


Рис. 19. Как образуется изображение предмета.

крайними и в совокупности дают изображение всего предмета. При этом изображения предметов на экране получаются перевернутыми. Именно так и образуется изображение на задней стенке фотоаппарата (рис. 20).

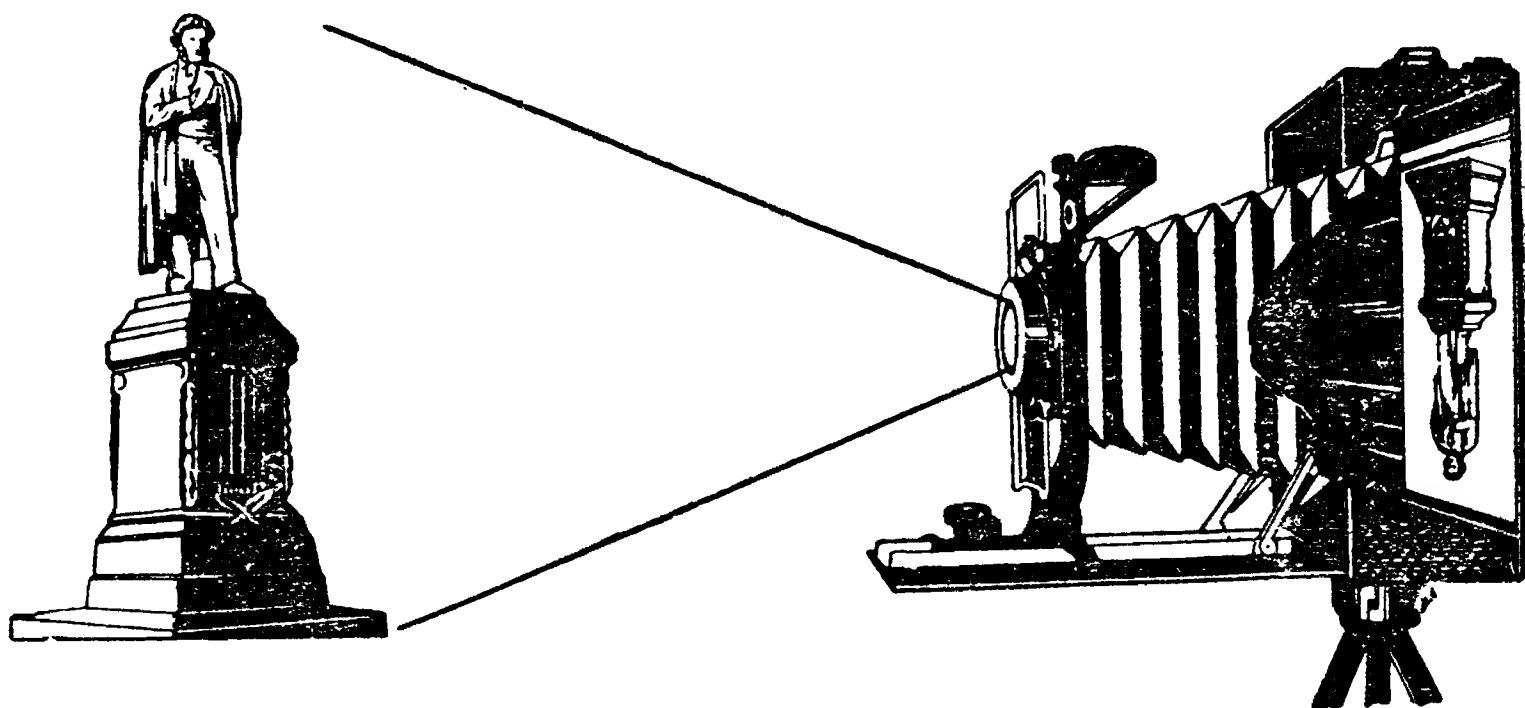


Рис. 20. Так образуется изображение в фотоаппарате.

Если вы внимательно осмотрите объектив современного фотоаппарата, то увидите, что он состоит из нескольких линз. Собранные в одной общей оправе, они в сумме действуют подобно одной собирающей линзе. Для какой же цели объективы составляют из нескольких линз?

Хороший фотографический снимок должен быть прежде всего резким и в точности подобным сфотографированному предмету: прямые линии предмета должны

быть прямыми и на снимке, круг должен быть кругом и т. д.

Но если ещё раз проделать описанный на стр. 5 опыт с лупой, то-есть получить с её помощью изображение окна на бумаге и внимательно рассмотреть его, то можно заметить, что изображение окна более или менее резко только в своей центральной части. По мере удаления от центра резкость изображения быстро падает, а на краях изображение становится уже совсем размазанным. Можно заметить также, что изображение окна не совсем правильно: прямые линии оконной рамы получаются не точно прямыми, а слегка изогнутыми. Таким нерезким и неточным получится и фотоснимок, если сделать его с помощью одной собирающей линзы.

Опыты показали, что эти недостатки изображения можно устранить, только соединяя вместе несколько линз, различных по форме и изготовленных из различных сортов стёкол.

Комбинации из нескольких линз применяются не только в фотографических объективах, но и в других точных оптических приборах: микроскопах, биноклях, телескопах — во всех случаях, когда требуется получить резкое и правильное изображение наблюдаемых предметов. Вот почему и в фотоаппаратах применяются объективы, состоящие из нескольких линз (от 4 до 8).

Объективы, дающие резкое и неискажённое изображение, называются **а н а с т и г м а т а м и**.

5. КАК ПРОИЗВОДИТСЯ ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ СЪЁМКА

Чтобы произвести фотосъёмку, фотоаппарат с помощью видоискателя направляют объективом на фотографируемый предмет. Чем ближе к предмету расположен фотоаппарат, тем крупнее получается на снимке изображение предмета. Чем дальше от предмета фотоаппарат, тем мельче получается его изображение, но зато большее пространство попадает в поле зрения объектива. Зная это, легко правильно установить фотоаппарат.

После установки аппарата производят наводку объектива на резкость, закрепляют объектив и закрывают затвор. Затем из фотоаппарата вынимают рамку с матовым

стеклом и на её место вдвигают плоский светонепроницаемый футляр — к а с с е т у, в которой находится фотопластинка. После того как кассета вдвинута в фотоаппарат, стенка кассеты, обращённая к объективу (заслонка), вытягивается из аппарата наружу.

Так подготавливаются к съёмке пластиночные фотоаппараты. У плёночных же аппаратов плёнка находится внутри фотоаппарата. Поэтому после наводки на резкость такие аппараты уже готовы к съёмке.

Остаётся определить выдержку и привести в действие затвор фотоаппарата.

Для получения хорошего снимка очень важна продолжительность выдержки. При слишком продолжительной выдержке (передержке) снимки получаются односторонне-серыми, вялыми, а при недостаточной выдержке (недодержке) — слишком контрастными, без плавных переходов от светлых мест к тёмным.

Продолжительность выдержки зависит от целого ряда условий и прежде всего от освещённости фотографируемых предметов. Выдержка зависит также от яркости самих предметов: ведь чем ярче предмет, тем больше света он отражает и тем короче должна быть выдержка.

Выдержка зависит и от степени светочувствительности пластинок или плёнок. Различные пластинки отличаются разной степенью чувствительности к свету. Чем больше чувствительность, тем короче должна быть выдержка.

Наконец, выдержка зависит и от количества света, проходящего через объектив, то-есть от светосилы объектива или диаметра отверстия применяемой диафрагмы.

Заранее предсказать выдержку для всех случаев съёмки невозможно, но на практике можно научиться определять выдержку довольно быстро и точно.

Самые короткие выдержки применяются при съёмке в хорошую погоду на открытом воздухе, когда фотографируемые предметы освещены солнцем. В таких случаях выдержка обычно не превышает сотых долей секунды. В тени или в пасмурную погоду время выдержки возрастает до десятых долей секунды, а в комнате достигает уже целых секунд.

Для получения хороших (резких) снимков очень важно, чтобы фотоаппарат во время съёмки был неподвижен. Для этой цели фотоаппарат иногда (если вы-

держка продолжительна) укрепляют на треножнике — штативе.

Часто приходится фотографировать предметы в движении. В таких случаях применяют моментальную съёмку с такой выдержкой, в течение которой изображение фотографируемого предмета на пластинке не успевает заметно

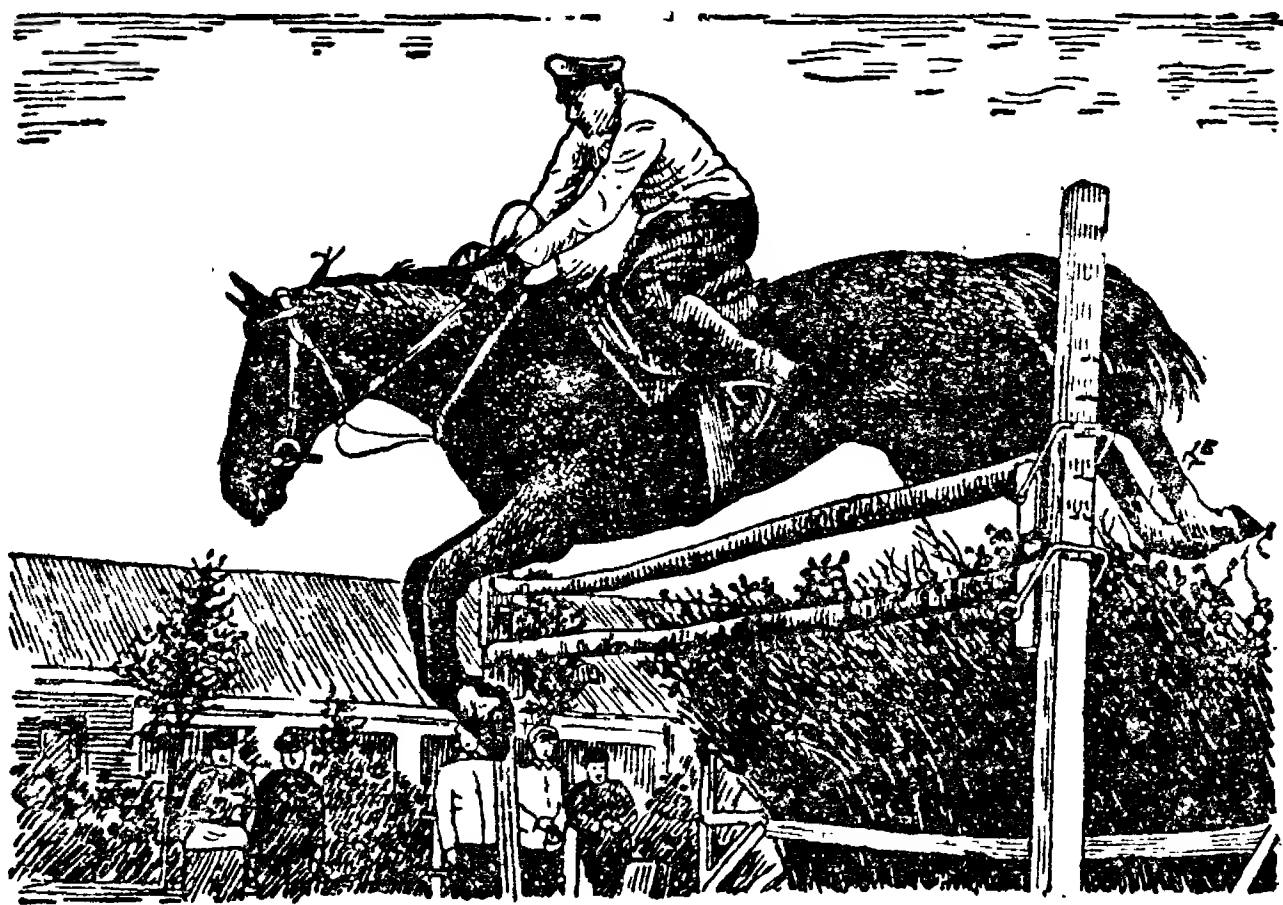


Рис. 21. Этот снимок сделан с выдержкой в $\frac{1}{500}$ долю секунды.

сместиться. В зависимости от скорости движения предмета это время достигает сотых, а иногда и тысячных долей секунды.

На рисунке 21 изображён кавалерист в момент прыжка лошади через препятствие. В таком положении он находился лишь одно мгновение, но объектив фотоаппарата был открыт всего на $\frac{1}{500}$ долю секунды, и снимок получился резким!

6. НЕВИДИМОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ СТАНОВИТСЯ ВИДИМЫМ

Фотосъёмка представляет собой только первую часть фотографирования. В результате съёмки в светочувствительном слое фотопластинки образуется невидимое, скрытое фотографическое изображение. Его надо

п р о я в и т ь, то-есть сделать видимым. Посмотрим, как производится эта работа, совершив небольшую экскурсию в лабораторию фотографа.

Если во время фотосъёмки фотограф стремится как можно лучше осветить снимаемый предмет, то, придя в фотолабораторию, он прячется от света.

Рабочий стол фотографа в лаборатории освещён лишь слабым тёмнокрасным светом, падающим от небольшого красного фонаря. Такой свет для некоторых фотопластинок не опасен. На столе находятся три плоские ванночки, или, как их называют, к ю в е т ы, с растворами.

Фотограф открывает кассету и вынимает из неё фотопластинку. Никаких следов изображения на пластинке нет. Осторожно держа пластинку за рёбра, фотограф опускает её светочувствительным слоем вверх в одну из кювет, в которую налит проявитель. Слегка покачивая ванночку, фотограф внимательно следит за пластинкой. Проходит не более одной, полутора минут, и на пластинке начинает появляться изображение. Оно становится всё отчетливее, и спустя три, пять минут на пластинке явно выступают очертания сфотографированных предметов. Невидимое, скрытое в светочувствительном слое изображение п р о я в и л о с ь.

Однако процесс ещё не окончен и не торопитесь включать белый свет. Он погубит пластинку, потому что неосвещённые при фотосъёмке места пластинки ещё не потеряли своей чувствительности к свету.

Фотограф осторожно переносит пластинку в следующую ванночку. В ней чистая вода. Ополоснув пластинку от проявителя, фотограф перекладывает её в третью ванночку с закрепителем (фиксацией).

Спустя несколько минут, можно включить белый свет. Пластинка уже не боится его. Фиксационный раствор закрепил изображение.

Теперь можно хорошо разглядеть полученное изображение. Лучше всего сделать это, держа пластинку над освещённым листом белой бумаги. Однако полученное изображение — только первая половина работы. Это изображение, как и при мокром коллодионном способе, н е г а т и в н о е (см. рис. 2). Но уже по негативу опытный фотограф может сразу определить, удалась ли фотосъёмка и хорош ли будет снимок.

Чтобы удалить с негатива остатки фиксажа, негатив промывают в проточной воде минут 15—20, а затем, поставив на специальный станочек, высушивают.

Негатив готов. Теперь остаётся получить с негативного изображения фотографический отпечаток. Но, прежде чем говорить об этом, познакомимся более подробно с тем, что происходит при фотосъёмке и проявлении фотопластинок.

7. СЕКРЕТ СКРЫТОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Что представляют собой современные фотопластинка и фотоплёнка? Это — стеклянная пластинка или тонкая прозрачная целлулоидная плёнка, покрытые с одной стороны тонким слоем светочувствительного вещества, называемого светочувствительной эмульсией; она окрашена обычно в бледный желтовато-розовый цвет. Если выставить фотопластинку или плёнку на яркий солнечный свет, то спустя некоторое время она постепенно потемнеет, станет серой. В тени пластинка темнеет значительно медленнее. Если же в темноте осветить пластинку светом спички, то никакого заметного на глаз потемнения вы не заметите.

Однако если такую освещённую спичкой пластинку опустить в проявитель, то пластинка быстро и очень сильно потемнеет.

Применяемая в настоящее время светочувствительная эмульсия состоит в основном из двух веществ: желатины и бромистого серебра. Бромистое серебро, обладающее высокой чувствительностью к свету, готовится из азотнокислого серебра и бромистого калия. Азотнокислое серебро растворяют в воде, а бромистый калий — в растворе желатины. Полученные две прозрачные жидкости сливают вместе — в смеси выпадает белесый хлопьевидный осадок. Этот осадок и есть бромистое серебро. Оно состоит из мельчайших кристаллов различной формы. Кроме бромистого серебра, в эмульсию вводят также небольшое количество иодистого серебра. Перед поливом эмульсию подогревают, доводя её до жидкого состояния, и в таком виде с помощью специальных поливных машин ровным и тонким слоем наносят на стеклянные пластинки, целлулоидную плёнку или бумагу. Затем эмульсионный

слой охлаждается, превращается в студень и высыхивается.

Толщина сухого эмульсионного слоя фотопластинок и плёнок очень мала — в среднем она не превышает 0,015 миллиметра. В этом тончайшем слое кристаллы бромистого серебра располагаются в 30—40 рядов. В каждом квадратном сантиметре слоя эмульсии содержится до 500 миллионов кристаллов. Отсюда можно судить, как мала величина кристаллов. Их можно разглядеть только в сильный микроскоп.

Что же происходит со светочувствительной эмульсией при фотосъёмке и проявлении?

Рассматривая фотографические снимки, мы почти никогда не задаём себе вопроса: из чего состоит фотографическое изображение? Оно не нарисовано ни карандашом, ни красками, его нельзя стереть резинкой или смыть водой, бензином или спиртом. Оно очень прочно и может сохраняться десятки лет.

Оказывается, что фотографический «рисунок» состоит из металлического серебра. Вы можете спросить, почему же в таком случае фотоснимок не имеет знакомого нам серебряного цвета и блеска? Да потому, что серебро, образующее фотографическое изображение, находится в слое эмульсии в виде мельчайших частиц. А в таком мелко раздроблённом состоянии серебро теряет свой характерный цвет и блеск и становится угольно-чёрным.

Откуда же берутся эти мельчайшие зёрна металлического серебра?

Образование этих зёрен в эмульсионном слое связано с воздействием на него света. Исследования под микроскопом показывают, что после слабого воздействия света на кристаллы бромистого серебра никаких видимых изменений этих кристаллов не происходит. Форма и вид кристаллов остаются прежними.

Однако опыт доказывает, что в кристаллах, на которые упал свет, происходят какие-то изменения. Доказательством этому служит способность таких кристаллов «проявляться», то-есть быстро темнеть под действием проявителя, в то время как кристаллы, не подвергавшиеся действию света, этим свойством не обладают.

Что же происходит в кристаллах бромистого серебра, когда на них падает свет?

В течение почти 100 лет этот вопрос оставался загадкой. Секрет скрытого фотографического изображения был разгадан лишь в самое последнее время.

Как известно, свет — лучистая энергия — представляет собой электромагнитные колебания, распространяющиеся в пространстве со скоростью 300 000 километров в секунду. Но поток лучистой энергии не является непрерывным, а состоит из отдельных сгустков энергии — к в а н т о в. Величина энергии кванта зависит от длины волн лучей *. Чем больше длина волны света, тем меньше энергия кванта. Так, например, кванты красного света, имеющего бóльшую длину волны, несут меньше энергии, чем кванты синих или фиолетовых лучей с более короткой длиной волны. Энергия любого кванта света вообще ничтожно мала, но она оказывается вполне достаточной для того, чтобы вызвать химические изменения в кристаллах бромистого серебра.

Именно этими изменениями и объясняется образование скрытого фотографического изображения.

В чём заключаются эти изменения и как они происходят?

Известно, что все вещества в природе состоят из мельчайших частиц — а т о м о в; каждый атом в свою очередь состоит из ядра идвигающихся вокруг него мельчайших электрических частиц — э л е к т р о н о в.

Ядро атома имеет положительный электрический заряд, а электроны — отрицательный. При этом положительный заряд ядра и сумма отрицательных зарядов электронов одинаковы по своей величине, поэтому в целом атом электрически нейтрален, то-есть не обнаруживает электрических свойств.

Но если каким-либо путём оторвать от атома хотя бы один электрон, то положительного электричества в атоме окажется больше, и атом становится положительно заряженным. Наоборот, если прибавить к какому-либо атому один лишний электрон, то-есть создать в атоме перевес отрицательного электричества, атом в целом окажется

* Подробнее о природе света см. брошюры «Научно-популярной библиотеки» Гостехиздата: проф. Г. С. Горелик и М. Л. Левин «Радиолокация» и В. А. Мезенцев «Электрический глаз».

заряженным отрицательным электричеством. Такие электрически заряженные атомы называются и о н а м и.

Превращение атомов в ионы происходит очень часто во время химического взаимодействия некоторых веществ, или, как говорят химики, во время химических реакций. Так обстоит дело и при химическом взаимодействии азотнокислого серебра и бромистого калия во время приготовления светочувствительной фотографической эмульсии.

При химическом взаимодействии азотнокислого серебра и бромистого калия из атомов брома и серебра образуются молекулы бромистого серебра. При этом каждый атом брома отнимает у атома серебра один электрон и присоединяет его к себе, благодаря чему атомы серебра превращаются в положительно заряженные ионы серебра, а атомы брома — в отрицательно заряженные ионы брома.

Известно, что тела, заряженные разноимённым электричеством, притягиваются, а заряженные одноимённым электричеством, отталкиваются друг от друга. По этой причине положительно заряженные ионы серебра и отрицательно заряженные ионы брома, после соединения их в мо-

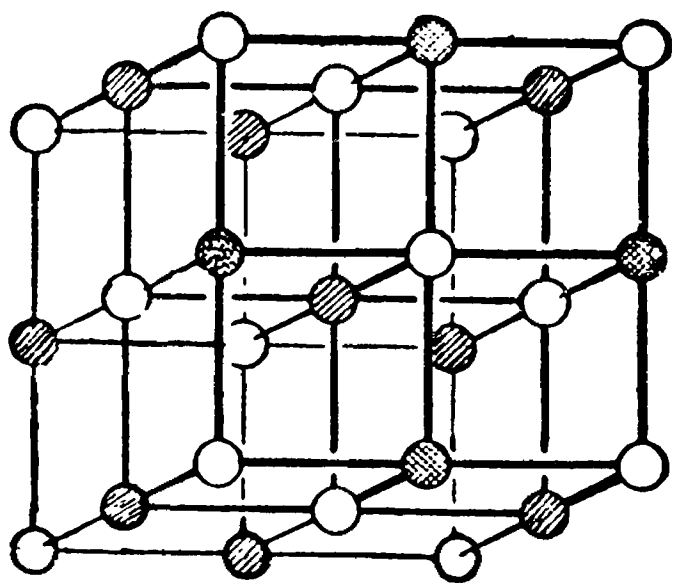


Рис. 22. Схематическое изображение кристаллической решётки бромистого серебра.

лекулы бромистого серебра, располагаются в таком порядке, при котором притягивающие и отталкивающие силы ионов взаимно уравновешиваются. Образуется достаточно прочная так называемая кристаллическая решётка бромистого серебра, в которой каждый ион серебра окружён шестью ионами брома, а каждый ион брома — шестью ионами серебра (рис. 22).

Действие квантов света на кристаллы бромистого серебра заключается в том, что они отрывают от ионов брома один электрон, захваченный ими у атомов серебра. Этот электрон тотчас же притягивается каким-либо ионом серебра, и последний становится электрически нейтральным атомом серебра. Чем сильнее действие

света, тем больше электронов возвращается от ионов брома к ионам серебра. Силы притяжения между атомами исчезают, прочность кристаллической решётки бромистого серебра ослабляется, и она легко может быть разрушена. С разрушением этой решётки бром уходит в виде газа, а атомы серебра образуют мельчайшие зёрна чистого металлического серебра.

Но такое разрушение кристаллической решётки бромистого серебра происходит только тогда, когда свет долгое время действует на светочувствительную эмульсию. Поэтому в фотографии применяется проявитель, который довершает разрушение кристаллической решётки бромистого серебра, начатое светом.

8. ПРОЯВИТЕЛЬ ДОВЕРШАЕТ РАБОТУ, НАЧАТУЮ СВЕТОМ

Интересно наблюдать процесс проявления в микроскоп. После погружения в проявитель слегка засвеченной фотопластинки кристаллы бромистого серебра как бы оживают, начинают шевелиться, затем, точно стремясь взорваться, начинают извергать из себя чёрное металличе-

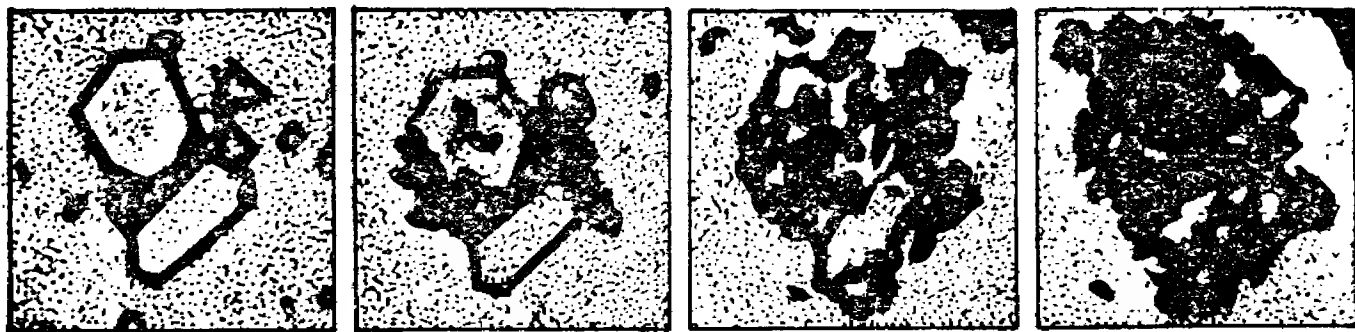


Рис. 23. Кристаллы бромистого серебра превращаются в крупцы металлического серебра.

ское серебро. Постепенно кристалл обрастает серебром и, наконец, превратившись в крупцу серебра, как бы замирает в неподвижности (рис. 23).

Увеличиваясь в размерах, многие зёрна группируются, образуя более крупные комки, но и эти комки очень малы.

Однако некоторые кристаллы бромистого серебра ведут себя совсем иначе. Они продолжают оставаться в полном спокойствии, ничуть не изменяя своего вида. Оказывается, под действием света не все кристаллы освещённого слоя эмульсии приобретают способность проявляться. Ко-

личество кристаллов, способных к проявлению, зависит от яркости или продолжительности действия света на эмульсию. Чем сильнее действие света, тем большее число кристаллов превращается в серебряные крупцы и тем темнее становится после проявления освещённый участок фотопластинки.

Благодаря этому замечательному свойству эмульсии на фотографическом снимке кроме чёрных и белых мест получают и все промежуточные тона, или, как их называют, полутона.

В чём же заключается сущность действия проявителя?

Схема действия проявителя недавно была объяснена советским учёным, членом-корреспондентом Академии Наук СССР А. И. Рабиновичем.

В упрощённом виде она заключается в следующем. Проявляющее вещество при соприкосновении его с кристаллами бромистого серебра превращает в металлическое серебро все кристаллы, независимо от того, были или не были они освещены. Но скорость этого процесса для различных кристаллов различна. Раньше других превращаются в зёрна металлического серебра кристаллы бромистого серебра, на которые попал свет и в которых кристаллическая решётка уже ослаблена светом. Превращение же неосвещённых кристаллов в металлическое серебро сильно отстаёт во времени. В то время как для превращения в металлическое серебро освещённых кристаллов требуются минуты, а иногда секунды, в неосвещённых кристаллах это длится много часов.

Таким образом, все освещённые кристаллы бромистого серебра успевают проявиться значительно раньше, чем начинается проявление неосвещённых кристаллов.

Что же делается с непроявившимися кристаллами бромистого серебра? Эти кристаллы сохраняют свою светочувствительность и если они останутся в слое эмульсии, то рано или поздно потемнеют от света и испортят фотоснимок. Чтобы сделать фотографическое изображение светостойким, то-есть не боящимся света, такие кристаллы надо удалить. Эту работу и производит закрепитель.

Нетрудно также понять, почему изображение получается негативным.

Световое изображение, падающее на поверхность пластинки или плёнки в момент фотосъёмки, состоит из бо-

лее и менее освещённых участков. Чем ярче освещён предмет или чем светлее его окраска, тем больше света падает на тот участок пластинки, на котором получается изображение этого предмета, и наоборот.

В соответствии с этим во время проявления пластинки или плёнки в различных участках светочувствительной эмульсии проявляется различное число кристаллов бромистого серебра. Таким образом, чем светлее фотографируемый предмет, тем темнее получается его изображение на негативе, и наоборот, чем темнее предмет, тем светлее будет его изображение.

9. ИЗ ЧЕГО СОСТОЯТ ПРОЯВИТЕЛЬ И ФИКСАЖ

В современной фотографии применяется множество самых разнообразных химических веществ и растворов. С помощью одних можно усилить изображение на негативе, если оно почему-либо получилось слишком бледным или, наоборот, ослабить его, если оно слишком черно. Существуют растворы, с помощью которых можно окрасить чёрное серебряное изображение в другой цвет. Но главными являются два раствора: проявитель и закрепитель, так как именно с их помощью проявляется и закрепляется скрытое фотографическое изображение. Что же представляют собой эти растворы? Какую роль играют входящие в них химические вещества?

Проявителей существует очень много. Различные по своему составу растворы проявителей обладают различными фотографическими свойствами. Одни из них работают медленно, другие быстро; одни дают очень мягкое изображение с плавными переходами от тёмных мест к светлым, что важно, например, в художественной фотографии, при съёмке пейзажей, портретов и т. п.; другие, наоборот, дают очень контрастное изображение, с резкими переходами от светлых мест к тёмным, что важно в технической фотографии, например, при съёмке чертежей. Все эти свойства проявляющих растворов зависят от химического состава проявителя и количества входящих в него веществ.

Большинство проявителей содержит обычно следующие вещества: проявляющее вещество (наиболее часто применяются метол и гидрохинон); вещество, ускоряю-

щее проявление (таким веществом является какая-либо щёлочь, например поташ или сода); вещество, сохраняющее проявитель, предохраняющее его от быстрого окисления (в качестве такого вещества используется чаще всего сульфит), и вещество, препятствующее проявлению неосвещённых кристаллов бромистого серебра и тем самым предупреждающее появление так называемой вуали — неприятного серого налёта, покрывающего всю поверхность снимка. В качестве такого вещества применяется бромистый калий. Растворителем для всех этих веществ служит вода.

Под действием воды желатина эмульсии набухает. Содержащаяся в проявителе щёлочь разрыхляет этот набухший слой, образует в нём множество мельчайших ячеек, соединённых между собой каналами. При сильном увеличении такая желатина похожа на губку. По этим каналам проявляющее вещество проникает к кристаллам бромистого серебра, обволакивает и проявляет их, то-есть превращает их в зёрна металлического серебра.

Закрепитель обычно представляет собой раствор гипосульфита в воде. Действие его заключается в том, что он, химически соединяясь с непроявленными кристаллами бромистого серебра, делает их растворимыми в воде. После растворения этих кристаллов фотографическое изображение становится светостойким, то-есть не боящимся света.

Для фотолюбителей фотофабрики и химические заводы выпускают проявители и закрепители (фиксажи) в виде готовых смесей сухих химических веществ в пакетах или в стеклянных патронах. Для приготовления растворов надо лишь растворить эти вещества в воде. Количество воды указывается на этикетках.

Можно приготовить растворы и самим. Вот рецепт хорошо работающего проявителя:

Воды	1 литр
Метол	2 грамма
Сульфита кристаллического	45 граммов
Гидрохинона	6 граммов
Соды углекислой кристаллической	90 граммов
Бромистого калия	2 грамма

Вещества надо растворять в тёплой воде в том порядке, как они указаны в рецепте. Пользоваться же рас-

твором надо после охлаждения его до комнатной температуры.

Выше мы говорили, что во время проявления мельчайшие зёрна металлического серебра объединяются в более крупные зёрна. Такие зёрна можно разглядеть в сильную лупу. Когда с негативов делают увеличенные фотоотпечатки, эти зёрна становятся видимыми на отпечатках и невооружённым глазом. Зернистость придаёт фотоотпечаткам очень неприятный вид. Чтобы избежать или, по крайней мере, уменьшить зернистость, применяются специальные так называемые мелкозернистые проявители, обладающие способностью препятствовать серебряным крупцам объединяться в более крупные.

Таковыми проявителями пользуются преимущественно для проявления маленьких негативов, так как такие негативы обычно сильно увеличиваются. Вот один из рецептов мелкозернистых проявителей:

Воды	1 литр
Метола	8 граммов
Сульфита кристаллического	250 граммов
Соды углекислой безводной	5 граммов
Бромистого калия	2,5 грамма

Этот проявитель, как и все другие мелкозернистые проявители, работает медленно. Проявление в нём длится примерно 12—15 минут, в то время как первый из приведённых здесь проявителей проявляет пластинку или плёнку за 4—5 минут.

Для закрепления также существуют различные рецепты. Самый простой из них следующий:

Вода	1 литр
Гипосульфита кристаллического	250 граммов

Закрепление обычно длится минут 8—10.

10. ПОЧЕМУ КРАСНЫЙ СВЕТ НЕ ДЕЙСТВУЕТ НА ПЛАСТИНКУ

Наконец, ответим ещё на один вопрос: почему красный свет не действует на пластинку?

Строго говоря, и красный свет при длительном воздействии на эмульсию пластинки вызывает в эмульсии химические изменения, однако в течение того срока, который требуется, чтобы проявить пластинку, красный

свет не успевает оказать на неё сильное воздействие и поэтому практически не опасен.

Обыкновенная бромосеребряная эмульсия наиболее чувствительна к сине-фиолетовым лучам, мало чувствительна к жёлтым и почти нечувствительна к красным лучам. Поэтому такая эмульсия не совсем правильно передаёт яркость различных цветов. Жёлтые и красные предметы, кажущиеся нам в природе наиболее яркими, получаются на снимках тёмными, а синие предметы, представляющиеся нам сравнительно тёмными, получаются на снимках слишком светлыми. Чтобы устранить этот недостаток, пользуются эмульсиями, более сложными по составу. Они содержат специальные вещества, повышающие их чувствительность к жёлтым, оранжевым и красным лучам. Вещества эти называются сенсибилизаторами*), а эмульсии, содержащие их, — сенсibiliзирoванными эмульсиями.

Большинство пластинок и плёнок выпускается сейчас с сенсibiliзирoванными эмульсиями, чувствительными ко всем цветным лучам. Такие пластинки и плёнки приходится проявлять в полной темноте. Так как наблюдать за ходом проявления в этом случае невозможно, проявление производится по времени, которое зависит от состава и температуры проявителя.

В рецептах и на этикетках сухих составов проявителей, предназначенных для пластинок и плёнок, почти всегда имеется указание, сколько времени должно длиться проявление при той или иной температуре.

В настоящее время изготавливаются также эмульсии, чувствительные не только к видимому глазом свету, но и к невидимым инфракрасным излучениям.

Дальше мы расскажем, в каких случаях применяются такие эмульсии и чего можно достичь с их помощью.

11. КАК ИЗГОТОВЛЯЮТСЯ ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ СНИМКИ

Последний процесс в изготовлении фотоснимка — получение фотографического отпечатка.

Вернёмся опять в лабораторию фотографа. На этот раз лаборатория освещена гораздо ярче и уже не крас-

* Сенсibiliзация — очувствление,

ным, а жёлто-оранжевым светом. Фотографический снимок печатается на фотобумаге, а чувствительность её к свету значительно меньше, чем чувствительность пластинок или плёнок, поэтому и свет в лаборатории более ярк.

Фотограф берёт негатив и подходит с ним к прибору, устройство которого показано на рисунке 24. Это ящик,

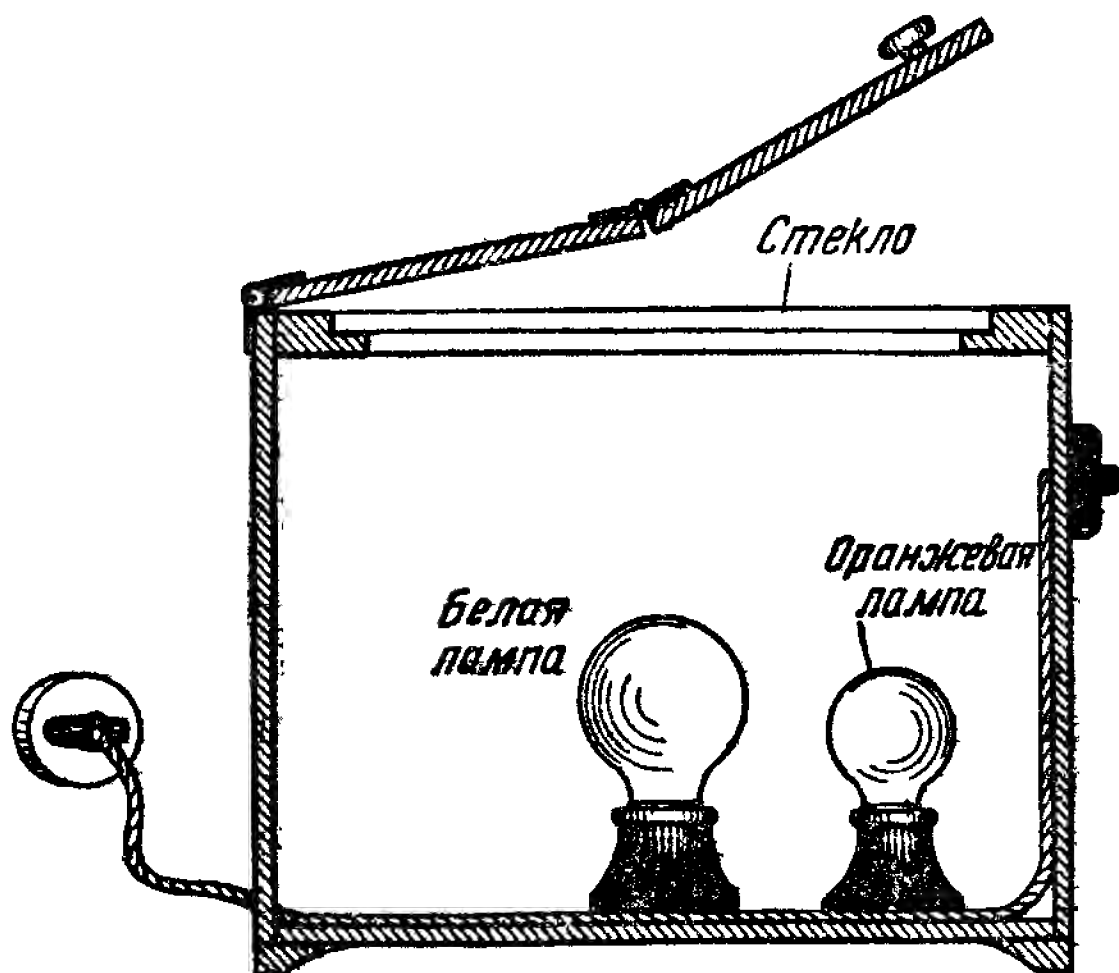


Рис. 24. Устройство копировального станка.

на дне которого укреплены две лампочки. Одна из них, оранжевого цвета, включена и освещает внутренность ящика, вторая — белая, матовая — в центре доньшка ящика — пока не включена. Верхняя стенка ящика имеет форму рамки. В ней хорошее зеркальное стекло. Крышка, расположенная над стеклом, — откидная, на петлях, оклеена снизу мягкой материей. Это — к о п и р о в а л ь н ы й с т а н о к. С его помощью производится печатание фотоснимков.

Фотограф кладёт негатив на стекло станка эмульсионным слоем вверх и, вскрыв пакет с фотобумагой, извлекает из пакета один лист. Это обыкновенная плотная бумага, покрытая, подобно пластинке, с одной стороны тонким слоем эмульсии.

Фотограф прикладывает лист фотобумаги эмульсионной стороной к негативу и плотно накрывает его крышкой станка. Затем он на несколько секунд включает белую лампу. Печать окончена. Фотограф открывает крышку станка и вынимает фотобумагу.

Теперь бумагу, поверхность которой попрежнему чиста, надо проявить и закрепить. Фотограф опускает бумагу в проявитель, и спустя 2—3 минуты на ней появляется чёткое и правильное изображение: светлые предметы получились светлыми, тёмные — тёмными.

Почему это происходит, мы уже рассказывали на стр. 9: свет, проникая свободно сквозь прозрачные светлые участки негатива, действует на светочувствительную эмульсию бумаги сильнее, чем на те участки бумаги, которые расположены за менее прозрачными местами негатива. Освещённые участки бумаги темнеют в проявителе, а неосвещённые остаются светлыми.

Перед нами правильное фотографическое изображение — п о з и т и в. Поэтому и процесс изготовления фотоотпечатка называется позитивным процессом.

Проявленный отпечаток необходимо ополоснуть в воде, закрепить, промыть и высушить, то-есть повторить те же операции, которые проделываются над пластинкой. Высушенный отпечаток и есть готовый фотографический снимок.

Если негатив очень мал, то его без большого труда можно увеличить, или, точнее, получить с него увеличенный фотоотпечаток.

Увеличение фотоснимков основано на очень простом принципе. Если осветить негатив с одной стороны лампой, а по другую сторону от него поместить объектив и в некотором отдалении от объектива экран, то на последнем можно получить увеличенное изображение негатива. Если теперь прикрепить к экрану лист фотобумаги и после некоторой выдержки проявить его, то мы получим увеличенный фотоотпечаток.

На этом принципе и основано устройство увеличительных аппаратов — у в е л и ч и т е л е й. Один из таких аппаратов и показан на рисунке 25. Негатив, вставленный в увеличитель, освещается лампой, находящейся внутри корпуса увеличителя. Изображение негатива от-

брасывается объективом на экран. Изменяя расстояние между увеличителем и экраном, можно получить любое увеличение, какое допускается экраном и размерами увеличителя.



Рис. 25. Как действует фотоувеличитель.

Большинство современных фотоаппаратов невелико по своим размерам. Снимки, полученные с помощью таких аппаратов, малы и почти всегда увеличиваются. Поэтому увеличитель можно встретить сейчас едва ли не у каждого фотолюбителя.

II. КАК ФОТОГРАФИЯ СЛУЖИТ ЧЕЛОВЕКУ

В отличие от рисунков художников, фотоснимки изображают действительность с непревзойдённой подробностью и документальной точностью. Фотография даёт нам возможность получать изображения с такой быстротой и лёгкостью, с какой этого нельзя достигнуть никакими другими способами. Наконец, фотография позволяет запечатлевать не только видимые явления, но и такие, которые невидимы глазом совсем или не могут быть замечены, благодаря слишком быстрому или слишком медленному движению.

Все эти качества делают фотографию незаменимым средством самой точной регистрации различных явлений. Благодаря этим качествам фотография нашла широкое применение в самых различных областях науки и техники.

Ниже мы расскажем о некоторых наиболее интересных случаях применения фотографии.

1. ФОТОГРАФИЯ В АСТРОНОМИИ

Зоркость наших глаз ограничена. Подобно тому, как мы не видим предметы, если они очень малы, мы не видим их и в том случае, если они слишком слабо освещены. Как бы долго мы ни всматривались, такие предметы мы всё равно не увидим.

В этом отношении фотографическая пластинка обладает огромным преимуществом перед глазом. Слабо освещённые предметы она может «увидеть» при продолжительной выдержке. Фотопластинка как бы накапливает в себе световую энергию, что даёт возможность фотографировать едва заметные и даже невидимые глазом предметы.

Благодаря этому фотография нашла широкое применение в астрономии — для фотографирования очень малых или очень удалённых от нас звёзд, испускающих настолько слабый свет, что их нельзя заметить даже в самые сильные телескопы.

С применением фотографии в астрономии звёздный атлас сразу обогатился тысячами новых звёзд.

На рисунке 26 приведены два снимка одного и того же участка неба. Левый из них сделан с выдержкой 4 часа и приблизительно соответствует той картине, которая видна в средний телескоп. Правый снимок сделан с выдержкой 13 часов. Количество звёзд здесь во много раз больше. В их числе оказались и такие звёзды, которые не видны ни в какие телескопы.

Фотографирование Вселенной не прекращается ни на один день.

Так как за время фотосъёмки неба, продолжающейся часами, изображение звёзд на фотопластинке смещается, каждая звезда получается на снимке не в виде кружка, а в виде светлой дугообразной линии, которая представ-

ляет собой как бы след движения звезды. Чтобы устранить это явление, телескоп, соединённый с фотоаппаратом, приводится с помощью специального часового механизма в движение и как бы следует за снимаемыми звёздами.

Не каждый имеет возможность наблюдать звёздное небо в сильный телескоп. Это доступно лишь немногим работникам астрономических обсерваторий. Фотография

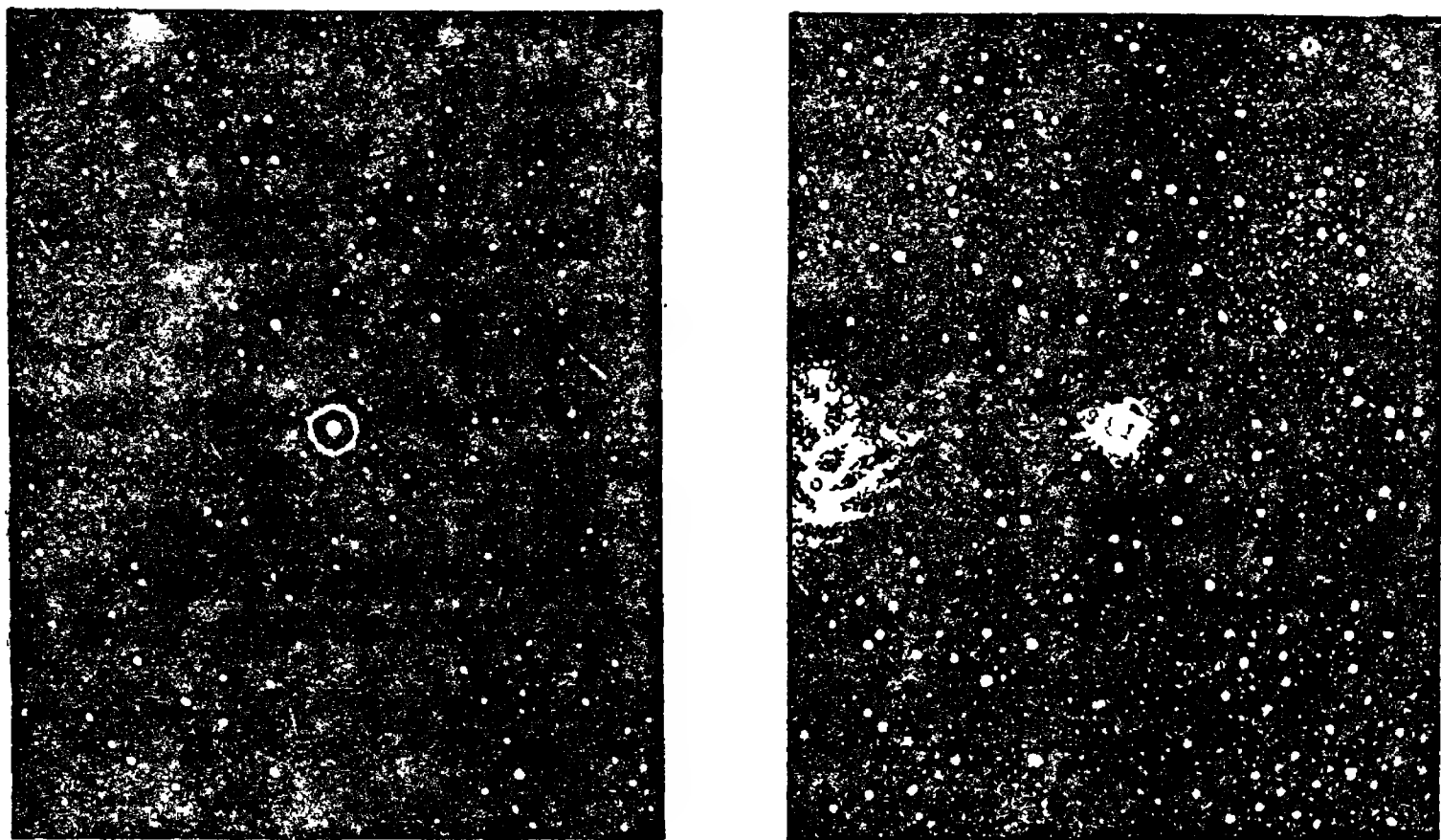


Рис. 26. Эти два снимка сделаны с одного и того же участка неба: левый — с выдержкой 4 часа, правый — с выдержкой 13 часов.

же даёт возможность миллионам людей видеть на фото-снимках изображения небесных светил так, как видит их астроном в свой телескоп.

2. ФОТОАППАРАТ В ВОЕННОЙ РАЗВЕДКЕ

Постоянная и точная разведка неприятельских позиций необходима для успешного ведения боевых действий. Для этой цели часто применяется разведка с воздуха. Для воздушной разведки созданы специальные типы самолётов-разведчиков. Но какой бы прекрасной памятью ни обладал пилот-разведчик, он не может запомнить всех подробностей на разведанной им местности; поэтому он заносит в свои донесения только главное и основ-

ное, да и это не всегда удаётся сделать с достаточной полнотой.

На помощь приходит фотоаппарат. Сейчас все разве-

дывательные самолёты снабжены специальными аэрофотоаппаратами (сокращённо АФА), для которых на самолёте устраиваются специальные окна — фотолюки.

На рисунке 27 показан один из аэрофотоаппаратов — АФА-33.

Обычно промежутки между отдельными съёмками с воздуха рассчитываются так, что соседние снимки немного перекрывают друг друга (рис. 28). При соединении такие снимки

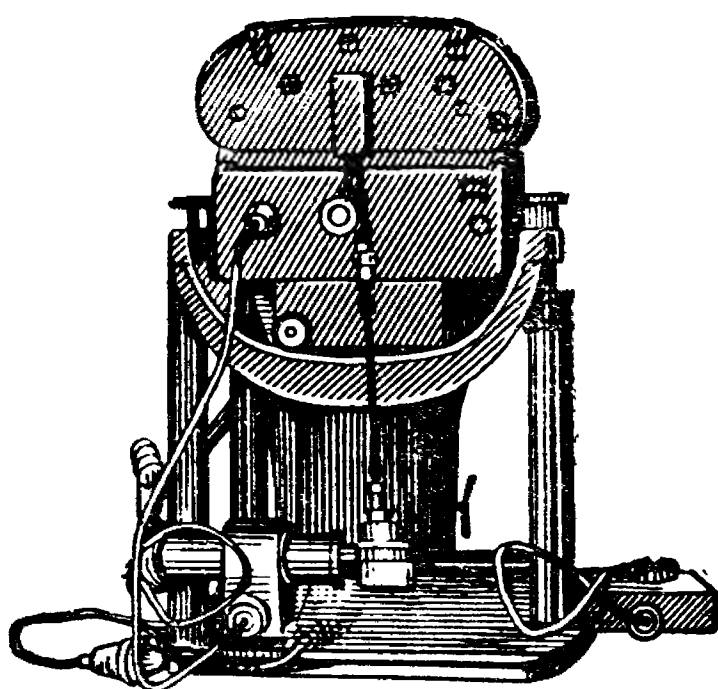


Рис. 27. Аэрофотоаппарат АФА-33.

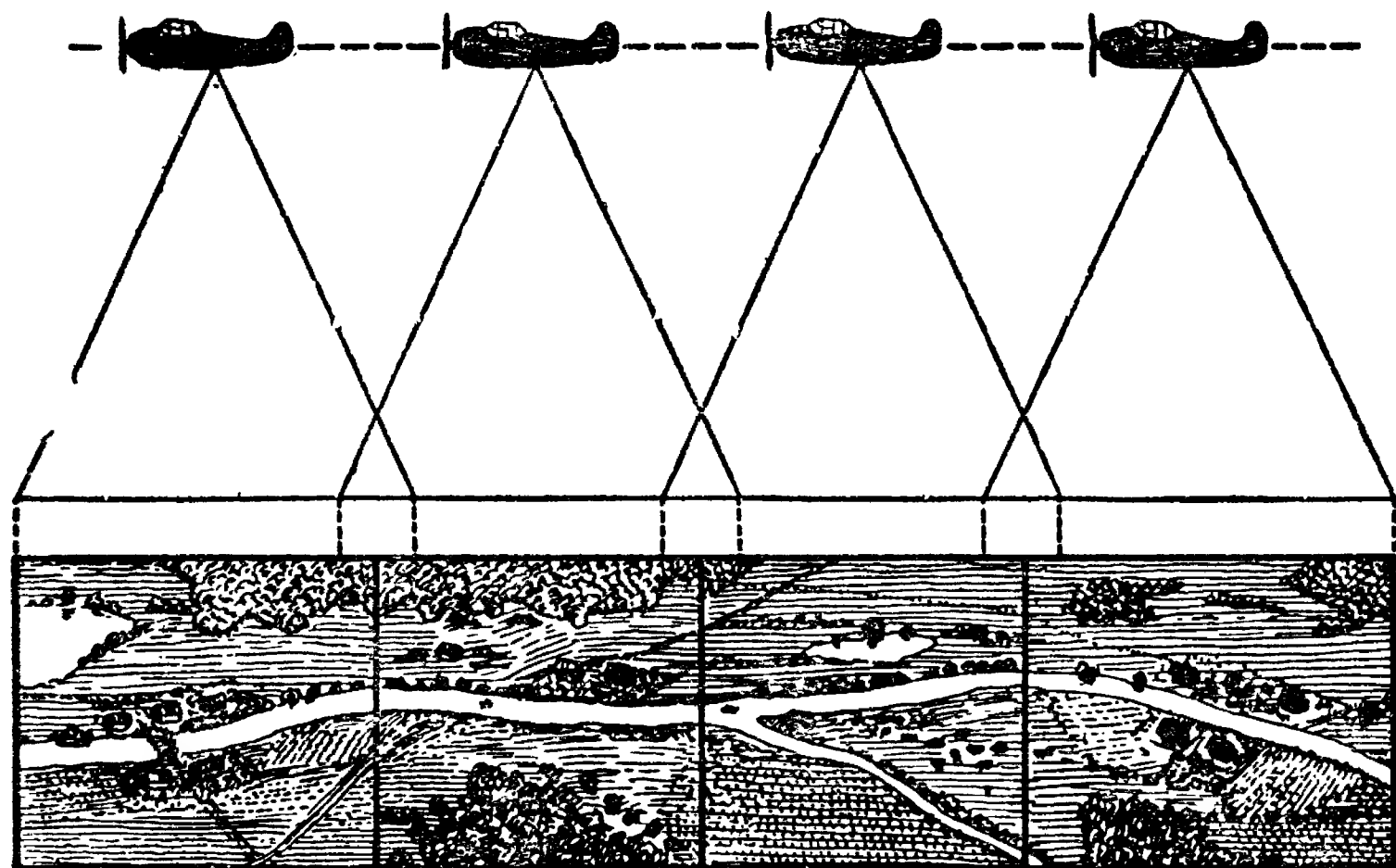


Рис. 28. Аэрофотосъёмка производится так, чтобы соседние фотоснимки несколько перекрывали друг друга.

дают непрерывную картину местности и могут служить фотодонесениями.

Готовые аэрофотоснимки расшифровываются специалистами и превращаются в точную и подробную разведывательную карту, по которой легко можно определить расположение всех военных объектов.

Аэрофотосъёмку можно производить и ночью. Для этого применяются специальные осветительные фотоавиабомбы — ФОТАБ, которые сбрасываются с самолёта за некоторое время до съёмки. Они взрываются на любой, заранее установленной высоте. При взрыве бомба даёт яркую вспышку, освещая большое пространство. Этой вспышки достаточно для фотосъёмки.

Аэрофотосъёмка даёт также возможность в очень короткое время получать точные планы и карты местности. Для этой цели применяются аэрофотоаппараты такого же типа, как и для военной аэрофоторазведки, но более простого устройства.

Участок местности в 25 квадратных километров может быть сфотографирован с воздуха на одном снимке. С помощью такого снимка в течение двух дней можно составить точную карту всего участка.

3. ФОТОГРАФИРОВАНИЕ НЕВИДИМОГО

Наш глаз чувствителен лишь к некоторой части электромагнитных колебаний, длина волн которых находится приблизительно в пределах от 380 до 760 миллимикрон *. Это — лучи видимого света. В этих пределах электромагнитные колебания с различной длиной волны ощущаются нашими глазами как лучи различных цветов — от фиолетовых до красных.

Все другие излучения, расположенные за этими пределами, нашим глазом не ощущаются, хотя наукой установлено, что они существуют.

Как вы уже знаете, чувствительность фотографической эмульсии иная, чем у глаза. Обыкновенная бромосеребряная эмульсия практически нечувствительна к видимым красным лучам, довольно слабо чувствительна к оранжевым и очень чувствительна к фиолетовым. И вот оказывается, что эта эмульсия ещё более чувствительна к невидимым ультрафиолетовым излучениям с

* Миллимикрон равен $\frac{1}{1\,000\,000}$ доле миллиметра.

длиной волны менее, чем 380 миллимикрон, а ещё более чувствительна к коротковолновым рентгеновским лучам.

На практике большой чувствительностью фотопластины к ультрафиолетовым лучам почти не пользуются, так как эти лучи поглощаются стеклом объектива. Зато чувствительность фотопластинок к рентгеновским лучам, проникающим через мышечные ткани живых организмов, позволила очень широко использовать фотографию для изучения всевозможных явлений, происходящих внутри нашего организма, и обнаружения многих заболеваний внутренних органов.

С помощью рентгеновских снимков можно легко обнаружить в теле пули и осколки снарядов.

Мы уже говорили, что в последние годы удалось изготовить такую фотографическую эмульсию, которая чувствительна не только к красным, но и к невидимым инфракрасным лучам, с длиной волны более 780 миллимикрон. Так как эти лучи гораздо лучше проникают через воздух, чем видимые, то с их помощью можно производить фотографирование на огромных расстояниях сквозь воздушную дымку, которая часто настолько заволакивает собой далёкие предметы, что они становятся совершенно невидимыми для глаза.

Фотографирование на пластинках, чувствительных к инфракрасным лучам, очень важно для военной разведывательной аэрофотосъёмки, так как оно даёт возможность производить съёмку с большой высоты и при неблагоприятных атмосферных условиях: сквозь дымку, туман.

С помощью таких пластинок можно производить фотосъёмку и в темноте, «освещая» предметы невидимыми инфракрасными лучами.

Способность фотографической пластинки «видеть» то, что невидимо для глаза, даёт возможность фотографировать самые слабые, не различимые глазом следы изображений. Можно сфотографировать, например, следы, оставаемые пальцем от прикосновения к предметам; можно восстановить выцветшие от времени древнейшие письма.

Благодаря этому фотография нашла широкое применение в судебном деле, археологии, истории.

4. МИКРОФОТОКНИГА

В различных библиотеках нашей родины имеются единичные экземпляры редких книг. Книги эти не могут быть выданы на руки каждому из читателей. Фотография даёт возможность каждому интересующемуся получить фотографические копии таких книг. Чтобы сделать эти копии недорогими и доступными, их изготавливают на киноленте в виде маленьких снимков отдельных страниц размером в почтовую марку. Печатный шрифт на таких снимках настолько мелкий, что его невозможно прочесть даже с помощью лупы; поэтому такие копии книг получили название **м и к р о к н и г**.

Для чтения их сконструированы специальные приборы, в которых маленькие страницы микрокниг проектируются в натуральную величину на полупрозрачный экран из матового стекла.

Книга в 100 страниц легко укладывается на киноплёнке длиной в 2,5 метра. Свёрнутая в рулон такая лента занимает места не больше, чем катушка ниток. Библиотека из 10 тысяч микрокниг легко уместится в небольшом книжном шкафу, в то время, как для хранения такого количества книг понадобился бы большой зал.

5. ФОТОГРАФИРОВАНИЕ МЕДЛЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ

Наш глаз одинаково плохо воспринимает как слишком быстрые, так и слишком медленные движения. Глядя на часы, мы хорошо видим движение секундной стрелки, с большим трудом можем заметить движение минутной стрелки и совершенно не различаем движения часовой стрелки. Между тем, если производить фотосъёмку часов через каждые 5—10 минут, то на снимках можно видеть, как перемещается часовая стрелка.

Таким способом пользуются для того, чтобы запечатлеть на снимках интереснейшие явления.

Так, например, если установить фотоаппарат против растения и ежедневно фотографировать растение на протяжении 1—2 месяцев, а затем разложить полученные снимки в один ряд, то, переводя взор от одного снимка к другому, можно почти ощутить рост растения.

С помощью такой последовательной съёмки можно наблюдать и изучать самые медленные движения, происходящие в природе: рост растений, выветривание горных пород, образование кристаллов и многое другое. Этим же способом пользуются для регистрации хода строительства различных сооружений.

С помощью фотографии все эти медленно происходящие явления как бы сокращаются во времени и становятся легко наблюдаемыми.

6. «МИКРОСКОП ВРЕМЕНИ»

Подобно тому как микроскоп в тысячи раз увеличивает предметы и делает для нас видимым то, что мы не в состоянии видеть невооружённым глазом, фотография позволяет запечатлеть и видеть явления, происходящие в кратчайшие отрезки времени, является как бы «микроскопом времени».

Светочувствительность современной фотографической эмульсии настолько велика, что позволяет производить съёмку с выдержкой в миллионные доли секунды! При таких коротких выдержках можно запечатлеть явления, которые наш глаз не в состоянии уловить. Можно, например, сфотографировать полёт пули, молнию и другие мгновенные явления.

Метод сверхбыстрой съёмки позволяет изучать явления, происходящие при полёте артиллерийских снарядов, завихрения воздуха, образующиеся при вращении пропеллера самолёта, движение крыльев насекомых при полёте, формы капель различных жидкостей при падении их в воздухе и при встрече с препятствием, образование трещин в стекле и других материалах в момент удара и т. д.

7. КИНО — РАЗНОВИДНОСТЬ ФОТОГРАФИИ

В первые годы появления кино называли живой фотографией.

Это не случайно. Кинематография основана на быстром многократном фотографировании движущихся предметов через короткие промежутки времени, а затем

на последующем и столь же быстром проектировании на экран полученных изображений.

Если взглянуть на киноленту, то можно увидеть, что она состоит из большого числа отдельных кадров, напечатанных на прозрачной плёнке и расположенных один под другим (рис. 29). Каждый из этих кадров представляет собой не что иное, как маленький фотоснимок.

При нормальной киносъемке в одну секунду снимается 24 таких кадра.

Съемочный киноаппарат представляет собой тот же фотоаппарат, но снабженный механизмом для прерывистой последовательной съемки.

Процессы съемки, проявления киноленты, получения негатива и позитива в кинематографии и фотографии по существу совершенно одинаковы.

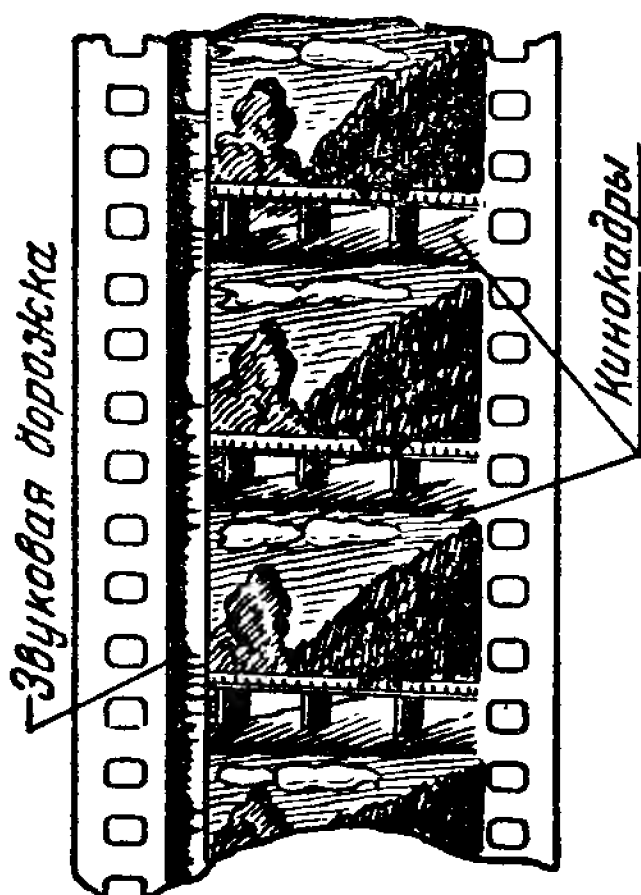


Рис. 29. Кинокадры — это маленькие фотографические снимки.

8. ФОТОГРАФИЧЕСКИЙ ПОРТРЕТ ЗВУКА

Запись звуков давно уже широко используется на практике. Известно много способов звукозаписи и звуковоспроизведения. Так, всем хорошо знакома патефонная пластинка, на которой звуки записаны в виде извилистой бороздки. Такая запись называется механической записью. Существуют и другие виды звукозаписи. Можно записать звуки и фотографическим путём. Такой метод применяется в звуковом кино и называется оптической звукозаписью.

Процесс оптической звукозаписи заключается в том, что звуковые колебания с помощью специальных приборов превращаются в импульсы электрического тока, которые используются для получения световых излучений

разной силы. Эти световые изменения, соответствующие звуковым, могут быть запечатлены на светочувствительной киноплёнке. Полученное фотографическое изображение звука — **фонограмма** — имеет вид узкой ленточки, которая проходит рядом с кинокадрами, вдоль всей киноленты и называется «звуковой дорожкой» (см. рис. 29).

Воспроизведение звука с фонограммы совершается так: свет, пропускаемый через узкую щель, мимо которой пробегает фонограмма, превращается с помощью специального устройства в электрические импульсы, которые после усиления подводятся к репродуктору и превращаются в звуки *.

9. ФОТОГРАФИЯ В ПОЛИГРАФИИ

Иллюстрации в книгах появились ещё задолго до изобретения фотографии. В те времена для получения печатной формы рисунка, которая сейчас носит название **клише**, применялся дорогой и тяжёлый труд художников-гравёров, которые с помощью острых резцов — **штихелей** вырезали рисунки на дереве или на металле.

Фотография не только заменила труд гравёров, но упростила и значительно удешевила изготовление клише. Сейчас имеются десятки способов воспроизведения иллюстраций для печатных изданий с помощью фотографии. Самый распространённый из них **цинкографический** способ. В общих чертах он заключается в следующем: рисунок, который желают воспроизвести в книге, газете или журнале, фотографируют (здесь-то и применяется мокрый коллодионный способ, о котором мы рассказывали в начале нашей книжки). С полученного негатива производят фотоотпечаток на цинковой пластинке, предварительно облитой тонким слоем яичного белка или клея, содержащим соли хрома. Такой хромированный слой обладает способностью задубливаться под действием света. После печати на цинковую пластинку накатывают

* Подробное описание процессов звукозаписи и звуковоспроизведения можно прочесть в книжках «Научно-популярной библиотеки» Гостехиздата: В. Д. Охотников «В мире застывших звуков», В. А. Мезенцев «Электрический глаз» и А. С. Фёдоров и Г. Б. Григорьев «Как кино служит человеку».

слой жирной краски и погружают пластинку в тёплую воду, в которой неосвещённые и поэтому незадубленные участки слоя смываются с пластинки и обнажают цинк. На задубленных же (освещённых) местах слой остаётся. Его присыпают мельчайшим порошком — смесью канифоли с асфальтом и после этого пластинку подогревают на огне. При нагревании асфальт спекается с краской и превращается в прочную эмаль, не растворимую в кислотах. Тогда цинковую пластинку погружают в азотную кислоту, которая разъедает («травит») и углубляет места, не защищённые эмалью.

В результате получается выпуклая печатная пластинка-клише, с которой, покрывая её типографской краской, можно получить большое число отпечатков-оттисков.

Тысячи рисунков, чертежей и фотоснимков, которые мы ежедневно видим на страницах наших книг, журналов и газет, получаются способом цинкографии. Этим способом можно воспроизводить самые тонкие рисунки, чертежи и гравюры со всеми мельчайшими подробностями.

Все рисунки в этой книжке также воспроизведены цинкографским способом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы перечислили лишь немногие случаи применения фотографии в науке и технике. В действительности их гораздо больше. Помогая науке, фотография сама является наукой.

Усовершенствованием фотографии занимаются в нашей стране специальные научно-исследовательские учреждения: Государственный оптический институт (ГОИ), Научно-исследовательский кинофотоинститут (НИКФИ), и другие.

Ценный вклад в фотографическую науку внесли советские учёные — Президент Академии Наук СССР академик С. И. Вавилов, члены-корреспонденты Академии Наук СССР А. И. Рабинович и К. В. Чибисов, профессор П. В. Козлов и другие.

В трудах советских учёных молодая советская фотографическая наука дала ответы на такие вопросы, кото-

рые не были решены мировой наукой (природа скрытого фотографического изображения, сущность процесса проявления).

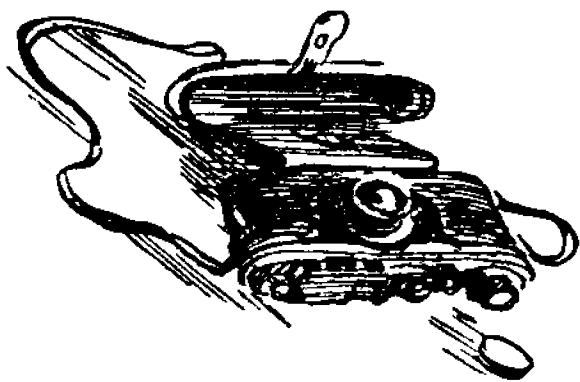
Советскими математиками, оптиками и конструкторами рассчитаны первоклассные фотографические объективы и созданы совершенные конструкции фотоаппаратов.

Выполняя Закон о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 годы, советская фотопромышленность только за последние три-четыре года дала нашей стране сотни тысяч фотоаппаратов новейших конструкций. Общее же количество выпущенных у нас фотоаппаратов исчисляется миллионами.

Оставаясь в течение 100 лет одноцветной, фотография в наши дни стала многоцветной. Это привело к созданию цветных кинофильмов, которые всё чаще и чаще появляются на наших экранах. Недалеко то время, когда одноцветная фотография и кино будут полностью вытеснены цветными.

Интересные и многообещающие опыты проведены у нас в области стереоскопической (объёмной) фотографии. Уже получены такие фотоснимки, на которых зритель без помощи каких-либо приборов видит предметы объёмными, то-есть такими, какими они существуют в действительности.

Фотография таит в себе ещё немало возможностей. Чем больше людей в нашей стране овладеет фотографией, тем быстрее будут выявлены и использованы эти возможности. И если эта небольшая книжка возбudit интерес к фотографии среди наших читателей, цель автора будет достигнута.



РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Читателям, желающим заняться практической фотографией, будут полезны следующие книги:

В. Я ш т о л д - Г о в о р к о, Руководство по фотографии. Издание второе, переработанное. Госкиноиздат, Москва, 1948 г.

В. М и к у л и н, Первая книга по фотографии. Издание седьмое, переработанное. Госкиноиздат, Москва, 1948 г.

Д. Б у н и м о в и ч, Фотография для пионера и школьника. Издание четвёртое, дополненное. Госкиноиздат, Москва, 1939 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
I. Что такое фотография	4
1. Зарождение фотографии	4
2. Как устроен фотографический аппарат	11
3. Свойства света	19
4. Как образуется в фотоаппарате световое изображение	23
5. Как производится фотографическая съёмка	27
6. Невидимое изображение становится видимым	29
7. Секрет скрытого изображения	31
8. Проявитель довершает работу, начатую светом	35
9. Из чего состоят проявитель и фиксаж	37
10. Почему красный свет не действует на пластинку	39
11. Как изготавливаются фотографические снимки	40
II. Как фотография служит человеку	43
1. Фотография в астрономии	44
2. Фотоаппарат в военной разведке	45
3. Фотографирование невидимого	47
4. Микрофотокнига	49
5. Фотографирование медленных движений	49
6. «Микроскоп времени»	50
7. Кино — разновидность фотографии	50
8. Фотографический портрет звука	51
9. Фотография в полиграфии	52
Заключение	53
Рекомендуемая литература	55

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА

1. Проф. М. Ф. СУББОТИН. Происхождение и возраст Земли.
2. Проф. И. Ф. ПОЛАК. Как устроена Вселенная.
3. Проф. В. Г. БОГОРОВ. Подводный мир.
4. Проф. Б. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ. Происхождение небесных тел.
5. Проф. А. А. МИХАЙЛОВ. Солнечные и лунные затмения.
6. Проф. В. В. ЛУНКЕВИЧ. Земля в мировом пространстве.
7. А. А. МАЛИНОВСКИЙ. Строение и жизнь человеческого тела.
8. Проф. И. С. СТЕКОЛЬНИКОВ. Молния и гром.
9. Проф. Б. Л. ДЗЕРДЗЕЕВСКИЙ. Воздушный океан.
10. Проф. А. И. ЛЕБЕДИНСКИЙ. В мире звёзд.
11. Проф. Н. Ф. ОГОРОДНИКОВ. На чем Земля держится.
12. С. М. ИЛЬЯШЕНКО. Быстрее звука.
13. Проф. В. А. ДОРФМАН. Мир живой и неживой.
14. Проф. В. В. ЕФИМОВ. Сон и сновидения.
15. Проф. Г. Э. ГОРЕЛИК и М. Л. ЛЕВИН. Радиолокация.
16. В. Д. ОХОТНИКОВ. В мире застывших звуков.
17. Ю. М. КУШНИР. Окно в невидимое.
18. Проф. В. Г. БОГОРОВ. Моря и океаны.
19. В. В. ФЕДЫНСКИЙ и И. С. АСТАПОВИЧ. Малые тела Вселенной.
20. Г. Н. БЕРМАН. Счёт и число.
21. Б. Н. СУСЛОВ. Звук и слух.
22. Е. П. ЗАВАРИЦКАЯ. Вулканы.
23. Проф. А. И. КИТАЙГОРОДСКИЙ. Строение вещества.
24. В. А. МЕЗЕНЦЕВ. Электрический глаз.
25. А. С. ФЁДОРОВ и Г. Б. ГРИГОРЬЕВ. Как кино служит человеку.
26. Проф. Р. В. КУНИЦКИЙ. День и ночь. Времена года.
27. Акад. В. А. ОБРУЧЕВ. Происхождение гор и материков.
28. Проф. Р. В. КУНИЦКИЙ. Было ли начало мира.
29. Проф. Г. П. ГОРШКОВ. Землетрясения.
30. И. Ф. ПОЛАК. Время и календарь.
31. Л. П. ЛИСОВСКИЙ и А. Е. САЛОМОНОВИЧ. Трение в природе и технике.
32. А. С. ФЁДОРОВ. Огненный воздух.
33. Проф. Н. А. ВАЛЮС. Как видит глаз.
34. Проф. Б. Б. КУДРЯВЦЕВ. Движение молекул.
35. Проф. В. И. ГРОМОВ. Из прошлого Земли.
36. Э. И. АДИРОВИЧ. Электрический ток.
37. В. С. СУХОРУКИХ. Микроскоп и телескоп.
38. А. С. ДАНЦИГЕР. Электрическая лампочка.
39. Н. В. КОЛОБКОВ. Погода и её предвидение.
40. Г. А. ЗИСМАН. Мир атома.
41. В. Д. ЗАХАРЧЕНКО. Мотор.
42. В. Д. ОХОТНИКОВ. Магниты.